
EEE
العربية



المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

الكليات التقنية

الحقيبة التدريبية :

التحكم الإلكتروني في الآلات (عملي)

في تخصص آلات ومعدات كهربائية



مقدمة

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي؛ لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته ، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية "**التحكم الإلكتروني في الآلات (عملي)**" لمتدربي تخصص "**آلات ومعدات كهربائية**" للكليات التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجلّ أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه؛ إنه سميع مجيب الدعاء.

الفهرس

	الموضوع	رقم الصفحة
	مقدمة	١
	الفهرس	٢
	تمهيد	٤
الوحدة الأولى :	التحكم في سرعة محركات التيار المستمر باستخدام الموحدات أحادية الوجه	٥
التجربة الأولى	تجهيز وتحديد طرق التحكم الالكتروني وأنواع الآلات الكهربائية والتعرف على تجهيزات المعمل والدوائر العملية	٧
التجربة الثانية	التحكم في سرعة محرك تيار مستمر ذي تغذية منفصلة باستخدام موحد موجة كاملة أحادي الوجه نصف محكومً	١٠
التجربة الثالثة	التحكم في سرعة محرك تيار مستمر ذي تغذية منفصلة **باستخدام موحد موجة كاملة أحادي الوجه محكومً كلياً**	١٤
التجربة الرابعة	بيان تأثير دايود الحذافة لموحد موجة كاملة أحادي الوجه محكوم كلياً **للتحكم في سرعة محرك تيار مستمر ذي تغذية منفصلة**	١٨
التجربة الخامسة	التحكم في سرعة واتجاه حركة محرك تيار مستمر ذي تغذية منفصلة بواسطة موحد موجة كاملة أحادي الوجه مزدوج محكوم كليا	٢٣
الوحدة الثانية:	التحكم في محركات التيار المستمر باستخدام الموحدات المحكومة ثلاثية الأوجه	٢٨
التجربة السادسة	التحكم في سرعة محرك تيار مستمر ذي تغذية منفصلة باستخدام موحد نصف موجه ثلاثي الأوجه محكوم كلياً	٣٠
التجربة السابعة	التحكم في سرعة محرك تيار مستمر ذي تغذية منفصلة باستخدام موحد موجه كاملة ثلاثي الأوجه نصف محكوم	٣٤
التجربة الثامنة	التحكم في سرعة محرك تيار مستمر ذي تغذية منفصلة باستخدام موحد موجه كاملة ثلاثي الأوجه محكوم كلياً	٣٨
الوحدة الثالثة:	التحكم في محركات التيار المستمر باستخدام مقطعات التيار المستمر	٤٢



التجربة التاسعة	التحكم في سرعة محرك تيار لمستمر ذي تغذية منفصلة باستخدام مقطع التيار المستمر	٤٤
التجربة العاشرة	التحكم في فرملة محرك تيار مستمر ذي تغذية منفصلة يعمل باستخدام مقطع التيار المستمر	٥٠
الوحدة الرابعة :	**التحكم في سرعة المحركات الحثية ثلاثية الأوجه**	٥٦
التجربة الحادية عشرة	التحكم في المحركات الحثية ثلاثية الأوجه ذو قفص سنجابي باستخدام حاكمات الجهد المتردد	٥٨
التجربة الثانية عشرة	التحكم في سرعة المحركات الحثية باستخدام العواكس	٦٢
التجربة الثالثة عشر	التحكم في سرعة المحرك الحثي ثلاثي الأوجه ذي العضو الملفوف بالتحكم في قدرة الانزلاق	٦٦
	المراجع	٧٠

تمهيد

تُستخدم الآلات الكهربائية في العديد من المجالات الصناعية والتطبيقات التقنية في الحياة بشكل كبير جداً، ومازال التوسع في استخداماتها يزداد مع الوقت. وتُعتبر المحركات الكهربائية (Electrical Motors) من أهم أنواع الآلات في هذا المجال. ومن أهم التقنيات المطلوبة تطويع هذه المحركات لأغراض التحكم في سلوكها بدقة مع جودة الأداء في التشغيل باستخدام دوائر التحكم الالكتروني. تنقسم الآلات (المحركات) الكهربائية من حيث التغذية إلى نوعين، آلات التيار المستمر ذات التغذية من مصدر التيار المستمر (DC Supply) وآلات التيار المتردد ذات التغذية من مصدر التيار المتردد (AC Supply).

وتعتبر دوائر الكترونيات القدرة (Power Electronic Circuits) من أهم الطرق المستخدمة للتحكم الالكتروني في الجهد السرعة والتيار والعزم لهذه الآلات والمحركات، ومن أهم دوائر الكترونيات القدرة المستخدمة في طرق التحكم، دوائر الموحدات النصف محكومة والمحكومة كلياً أحادية وثلاثية الأوجه، دوائر مقطعات التيار المستمر، دوائر الحاكمات ثلاثية الأوجه ودوائر العواكس.

وفي هذه الحقيبة سوف نتدرب على التطبيقات العملية للتحكم الالكتروني في الآلات الكهربائية (Electrical Machines) والتي يتم التدريب عليها نظرياً في خطة المؤسسة للمقرر النظري. في بداية الحقيبة سوف نتعرف على مكونات وتجهيزات المعمل من الآلات الكهربائية ودوائر وطرق التحكم الالكترونية والدوائر المساعدة والأجهزة المتاحة للتدريب. وتنقسم الحقيبة إلى عدة وحدات تدريبية محددة بين أنواع طرق التحكم من دوائر الكترونيات القدرة وأنواع من المحركات الكهربائية كما يلي:

الوحدة الأولى: التحكم في سرعة محركات التيار المستمر باستخدام الموحدات أحادية الوجه.

الوحدة الثانية: التحكم في سرعة محركات التيار المستمر باستخدام الموحدات ثلاثية الأوجه.

الوحدة الثالثة: التحكم في سرعة محركات التيار المستمر باستخدام مقطعات التيار المستمر.

الوحدة الرابعة: التحكم في سرعة محركات التيار المتردد الحثية باستخدام الحاكمات ثلاثية الأوجه والعواكس.

الهدف العام للوحدة :

اختيار دوائر الموحدات المحكومة أحادية الوجه المناسبة للمحرك لمواءمة التطبيق المطلوب

الأهداف التفصيلية :

١. أن يتمكن المتدرب من تحديد أفضل طرق التحكم ومميزاتها بالمقارنة مع غيرها من الطرق المختلفة.
٢. أن يجيد المتدرب توصيل دوائر التحكم المختلفة عملياً ومعرفة العناصر المستخدمة فيها.
٣. أن يميز المتدرب بين أنواع الموحدات المحكومة ومميزات وعيوب كل منها.
٤. أن يفهم المتدرب العلاقة بين زاوية الإشعال والقيمة المتوسطة لجهد الخرج لكل دائرة تحكم، وكيفية تطبيق ذلك عملياً حسب نوع كل دائرة.
٥. أن يتحقق المتدرب عملياً من تأثير زاوية الإشعال وكيفية استخدام ذلك للتحكم في سرعة محركات التيار المستمر.

التجربة الأولى

تجهيز وتحديد طرق التحكم الالكتروني وأنواع الآلات الكهربائية والتعرف على تجهيزات المعمل والدوائر العملية

الجدارة:

تحديد التجهيزات المناسبة لطرق التحكم الالكتروني في الآلات الكهربائية باستخدام دوائر الكترونيات القدرة المختلفة والتعرف عليها.

الأهداف:

١- تحديد الطرق المختلفة للتحكم الالكتروني في الآلات الكهربائية.
٢- التمييز بين طرق التحكم الالكتروني في آلات التيار المستمر الكهربائية عملياً.
٣- التمييز بين طرق التحكم الالكتروني في آلات التيار المتردد الكهربائية عملياً.
٤- تحديد التجهيزات اللازمة والملائمة للتطبيقات العملية للمقرر والتعرف عليها.

التجهيزات اللازمة:

يتم التعرف عملياً على محتوى المعمل والتجهيزات والدوائر العملية الموجودة به، وكيفية توصيلها واستخداماتها، كما يلي:

أ- دوائر التحكم الالكترونية:

١- موحدات موجة كاملة أحادية الوجه نصف محكومة.
٢- موحدات موجة كاملة أحادية الوجه المحكومة كلياً.
٣- موحدات نصف موجة ثلاثية الأوجه المحكومة كلياً.
٤- موحدات موجة كاملة ثلاثية الأوجه نصف محكومة.
٥- موحدات موجة كاملة ثلاثية الأوجه المحكومة كلياً.
٦- دوائر مقطعات التيار المستمر.
٧- دوائر حاكمات التيار المتردد ثلاثية الأوجه.
٨- دوائر العواكس أحادية الوجه وثلاثية الأوجه.

ب- الآلات الكهربائية:

١- أنواع محركات التيار المستمر.

٢- أنواع محركات التيار المتردد.

ج- الدوائر المساعدة:

١- وحدات مصادر الجهد للتيار المتردد والمستمر المتاحة بالمعمل.

٢- وحدات تشغيل دوائر التحكم الالكتروني وعناصرها.

٣- وحدات توليد نبضات التشغيل ودوائر إشعال عناصر ودوائر التحكم الالكتروني.

د- أجهزة القياس:

١- جهاز راسم الذبذبات (Oscilloscope).

٢- وحدة قياس السرعة (Tachometer).

٣- أجهزة قياس الجهد والتيار المستمر والمتردد (Multimeter).

تقييم عمل المتدرب: (تقديم تقرير)

متطلبات التقرير:

١. على المتدرب تسجيل أسماء التجهيزات اللازمة في لمعمل وتحديد الملاحظات عليها
   - دوائر التحكم الالكترونية بأنواعها
   - الآلات الكهربائية وأنواعها
   - الدوائر المساعدة ومواصفاتها
   - أجهزة القياس للجهد والتيار والسرعة

٢. تسجيل جدول بالقيم المُقننة لتشغيل الآلات ودوائر التحكم والدوائر العملية، والتي يجب الالتزام بها عند تنفيذ التجارب وتشغيلها
   - دوائر التحكم الالكترونية
   - الآلات الكهربائية
   - الدوائر المساعدة
   - أجهزة القياس

٣. عمل ملخص عن أنواع آلات ومحركات التيار المستمر، مع كتابة المعادلات ورسم منحنيات الخواص.
٤. عمل ملخص عن أنواع آلات ومحركات التيار المتردد ، مع كتابة المعادلات ورسم منحنيات الخواص.
٥. عمل ملخص بمعادلات جهد وتيار الخرج لجميع أنواع دوائر الموحدات المحكومة وغير المحكومة، مقطعات التيار المستمر، العواكس وحاكمات التيار المتردد أحادية الوجه وثلاثية الأوجه
٦. المقارنة بين الدوائر العملية وما تم التدريب عليه بالمقرر النظري
٧. الإجابة على أسئلة المدرب
٨. الإجابة على الأسئلة التالية:

أسئلة:

من خلال التدريب النظري وإعدادك التقرير لهذه التجربة أجب على الأسئلة التالية :

١. ما هي أفضل دوائر موحدات الموجة الكاملة أحادية الوجه مع ذكر السبب ؟
٢. ما هي أفضل دوائر موحدات الموجة الكاملة ثلاثية الأوجه مع ذكر السبب؟
٣. ما نوع الآلات الكهربائية التي نستخدم معها دوائر الموحدات ؟
٤. ما نوع الآلات الكهربائية التي نستخدم معها حاكمات التيار المتردد؟
٥. ما نوع الآلات الكهربائية التي نستخدم معها مقطعات التيار المستمر؟
٦. ما نوع الآلات الكهربائية التي نستخدم معها العواكس ؟
٧. اذكر بعض من التطبيقات العملية لطرق التحكم التالية:
    أ- الموحدات المحكومة أحادية الوجه.
    ب- الموحدات المحكومة ثلاثية الأوجه.
    ج- مقطعات التيار المستمر
    د- حاكمات التيار المتردد
    هـ- العواكس

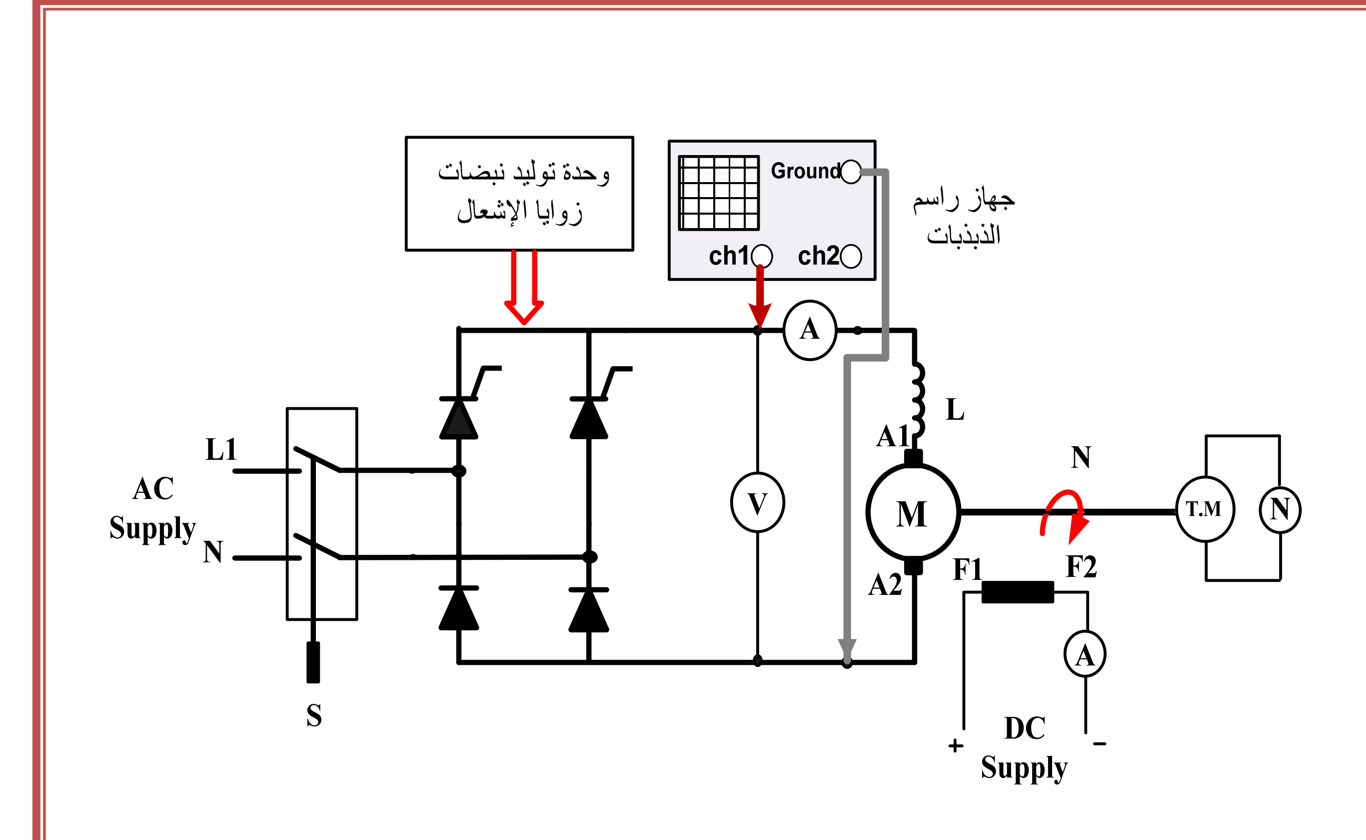
التجربة الثانية

التحكم في سرعة محرك تيار مستمر ذي تغذية منفصلة باستخدام موحد موجة كاملة أحادي الوجه نصف محكوم

الهدف من التجربة :

- بيان سلوك البدء للمحرك
- رسم ودراسة منحنيات الخواص للمحرك
- التطبيق العملي لما تم التدريب عليه نظرياً

مخطط التوصيل :



شكل (٢- ١) مخطط التوصيل لدائرة التحكم في سرعة محرك تيار مستمر ذي تغذية منفصلة باستخدام موحد موجة كاملة أحادي الوجه نصف محكوم

التجهيزات المستخدمة:

١. مفتاح S توصيل وفصل (Circuit Breaker) أحادي الوجه موصل بمصدر الجهد المتردد
٢. وحدة مصدر جهد متردد مناسب للموحد والقيم المقننة لملفات المنتج للمحرك(Armature)
٣. وحدة مصدر جهد مستمر مناسب للقيم المقننة لملفات مجال المحرك
٤. عدد (٢) ثايرستور مع دائرة حماية
٥. عدد (٢) دايود
٦. وحدة إشعال(٢ نبضة) لمجموعة الثايرستور
٧. ملف تنعيم التيار L
٨. محرك تيار مستمر ذو تغذية منفصلة

أجهزة القياس:

١. عدد (١) جهاز قياس جهد مستمر
٢. عدد (٢) جهاز قياس تيار مستمر
٣. عدد (١) وحدة قياس سرعة المحرك
٤. عدد (١) جهاز راسم الذبذبات (Oscilloscope)

خطوات إجراء التجربة:

١. وصل الدائرة كما في مخطط التوصيل حيث:
- A2, A1 أطراف توصيل العضو الدوار(المنتج) للمحرك Armature Terminals
- F2, F1 أطراف توصيل ملفات المجال للمحرك Field Terminals
- اضبط وحدة الإشعال عند زاوية إشعال١٨٠= α درجة
- وصل وحدة الإشعال لمجموعة الثايرستور

٢. وصل جهاز راسم الذبذبات بالتوازي على أطراف المنتج للمحرك(Armature) كما في مخطط التوصيل لرسم موجة الجهد على (Armature).
٣. وصل جهد المصدر المستمر لدائرة مجال المحرك مع ضبط قيمة تيار المجال I_f عند القيمة المقننة له

٤. وصل المفتاح S لتوصيل جهد مصدر الجهد المتردد AC (قبل التوصيل يجب التأكد من ضبط وحدة الإشعال عند زاوية إشعال١٨٠= α درجة)
٥. ابدأ بضبط وحدة الإشعال عند زاوية ١٨٠= α درجة، وقم بتغيير (تقليل) زاوية الإشعال ببطء بحيث لا يتعدى تيار البدء للمحرك I_a في المنتج عن القيمة المقننة للمحرك حتى نصل إلى زاوية ١٥٠=α درجة
٦. لاحظ جهاز راسم الذبذبات الموصل على المنتج (Armature)، مع رسم شكل موجة الجهد V_a من راسم الذبذبات.
٧. سجل قراءات الجهد V_a والتيار I_a للمنتج (Armature)، وسرعة المحرك N عند هذه الحالة في الجدول (٢- ١) المرفق.
٨. قم بتغيير زاوية الإشعال α عند القيم الموجودة بالجدول (٢- ١) وسجل النتائج بالجدول مع رسم إشارة الجهد V_a من راسم الذبذبات عند كل حالة

جدول (٢- ١)

زاوية الإشعال α (درجة)	١٨٠	١٥٠	١٢٠	٩٠	٦٠	٤٥	٣٠	٠
جهد المنتج V_a (v)								
تيار المنتج I_a (A)								
سرعة المحرك N (r.p.m)								

٩. بعد الانتهاء من إجراء التجربة وتسجيل النتائج، اضبط زاوية الإشعال عند ١٨٠= α درجة
١٠. ابدأ أولاً بفصل المفتاح S لمصدر الجهد المتردد AC
١١. افصل جهد المجال للمحرك وكافة التوصيلات بالتجربة
١٢. تذكر العلاقة الرياضية بين سرعة المحرك وجهد المنتج كالتالي:

$$\omega = \frac{V_a - I_a R_a}{K I_f}$$

تقييم عمل المتدرب: (تقديم تقرير)

متطلبات التقرير:

١. على المتدرب تسجيل الملاحظات على قراءات أجهزة القياس ورسم الموجات من راسم الذبذبات

٢. تسجيل جدول بالنتائج لكلاً من زاوية الإشعال، سرعة المحرك، الجهد والتيار على المنتج (Armature) وكتابة الملاحظات والتعليق عليها

٣. رسم المنحنيات بين كلاً من (V_a, α) ، (N, α) ، (V_a, N) ، (I_a, N)

٤. المقارنة بين النتائج العملية وما تم التدريب عليه بالمقرر النظري

٥. الإجابة على أسئلة المدرب

٦. الإجابة على الأسئلة التالية:

أسئلة:

١. حدد نوع العلاقة بين زاوية الاشعال α و سرعة المحرك N، طردية ام عكسية ؟ فسر إجابتك بالمعادلات؟

٢. ما تأثير إضافة الملف L في دائرة المنتج للمحرك ؟

٣. ما تأثير توصيل الدايود مع الثايرستور في دائرة الموحد على موجة جهد الخرج للموحد؟

٤. لماذا لا يستخدم في دائرة المنتج دايود حذافة Freewheeling Diode ؟

٥. عند إجراء التجربة عمليا، لماذا يتم البدء بزاوية إشعال α =١٨٠ وليس بقيمة α = ٠؟

التجربة الثالثة

التحكم في سرعة محرك تيار مستمر ذي تغذية منفصلة باستخدام موحد موجة كاملة أحادي الوجه محكوم كلياً

الهدف من التجربة:

- معرفة كيفية التحكم عملياً في سرعة محرك تيار مستمر ذي تغذية منفصلة عن طريق تغذية دائرة المنتج بموحد موجة كاملة أحادي الوجه محكوم كلياً
- التطبيق العملي لما تم التدريب عليه نظرياً
- رسم ودراسة منحنيات الخواص للمحرك:
  - رسم العلاقة بين زاوية الإشعال α وجهد المنتج للمحرك V_a
  - رسم العلاقة بين زاوية الإشعال α وسرعة المحرك N
  - رسم العلاقة بين جهد المنتج V_a وسرعة المحرك N
  - رسم العلاقة تيار المنتج I_a وسرعة المحركN
- مقارنة نتائج هذا النوع من الموحدات مع نتائج تجربة موحد موجة كاملة أحادي الوجه نصف محكوم

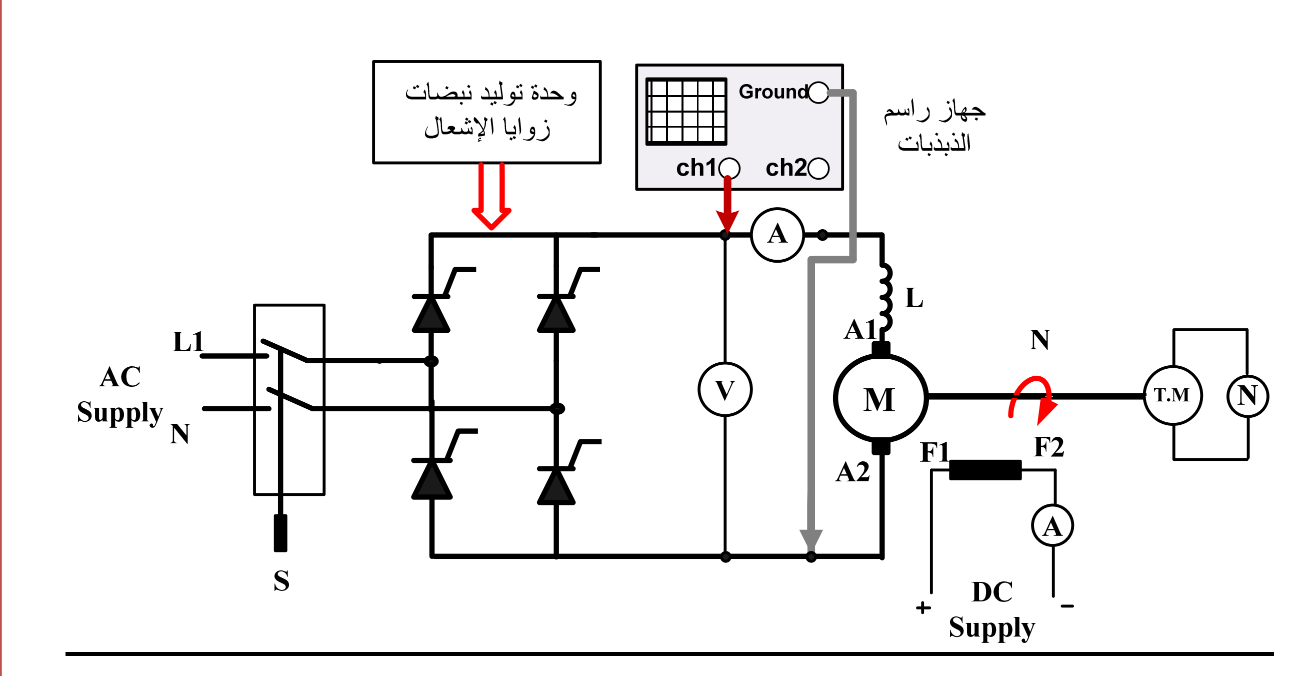
التجهيزات المستخدمة:

١. مفتاح S توصيل وفصل (Circuit Breaker) أحادي الوجه موصل بمصدر الجهد المتردد
٢. وحدة مصدر جهد متردد مناسب للموحد والقيم المقننة لملفات المنتج للمحرك (Armature)
٣. وحدة مصدر جهد مستمر مناسب للقيم المقننة لملفات مجال المحرك
٤. عدد (٤) ثايرستور مع دائرة حماية
٥. وحدة إشعال (٤ نبضات) لمجموعة الثايرستور
٦. ملف تنعيم التيار L
٧. محرك تيار مستمر ذو تغذية منفصلة

أجهزة القياس:

١. عدد (١) جهاز قياس جهد مستمر
٢. عدد (٢) جهاز قياس تيار مستمر
٣. عدد (١) وحدة قياس سرعة المحرك
٤. عدد (١) جهاز راسم الذبذبات (Oscilloscope)

مخطط التوصيل :



شكل (٣-١) مخطط التوصيل لدائرة التحكم في سرعة محرك تيار مستمر ذي تغذية منفصلة باستخدام موحد موجة كاملة أحادي الوجه محكوم كلياً

خطوات إجراء التجربة:

١. وصل الدائرة كما في مخطط التوصيل حيث:

- A2, A1 أطراف توصيل العضو الدوار(المنتج) للمحرك Armature Terminals
- F2, F1 أطراف توصيل ملفات المجال للمحرك Field Terminals
- اضبط وحدة الإشعال عند زاوية إشعال١٨٠ =α درجة
- وصل وحدة الإشعال لمجموعة الثايرستور

٢. وصل جهاز راسم الذبذبات بالتوازي على أطراف المنتج للمحرك(Armature) كما في مخطط التوصيل لرسم موجة الجهد على (Armature).

٣. وصل جهد المصدر المستمر لدائرة مجال المحرك مع ضبط قيمة تيار المجال I_f عند القيمة المقننة له

٤. وصل المفتاح S لتوصيل جهد مصدر الجهد المترددAC (قبل التوصيل يجب التأكد من ضبط وحدة الإشعال عند زاوية إشعال١٨٠ = α درجة)

٥. ابدأ بضبط وحدة الإشعال عند زاوية ١٨٠ = α درجة، وقم بتغيير (تقليل) زاوية الإشعال ببطء بحيث لا يتعدى تيار البدء للمحرك I_a في المنتج عن القيمة المقننة للمحرك حتى نصل إلى زاوية ١٥٠ = α درجة

٦. لاحظ جهاز راسم الذبذبات الموصل على المنتج (Armature)، مع رسم شكل موجة الجهد V_a من راسم الذبذبات.

٧. سجل قراءات الجهد V_a والتيار I_a للمنتج (Armature)، وسرعة المحرك N عند هذه الحالة في الجدول (٣- ١) المرفق.

٨. قم بتغيير زاوية الإشعال α عند القيم الموجودة بالجدول (٣- ١) وسجل النتائج بالجدول مع رسم إشارة الجهد V_a من راسم الذبذبات عند كل حالة

جدول (٣- ١)

زاوية الإشعال α (درجة)	١٨٠	١٥٠	١٢٠	٩٠	٦٠	٤٥	٣٠	٠
جهد المنتج V_a (v)								
تيار المنتج I_a (A)								
سرعة المحرك N (r.p.m)								

٩. بعد الانتهاء من إجراء التجربة وتسجيل النتائج، اضبط زاوية الإشعال عند ١٨٠ = α درجة

١٠. ابدأ أولاً بفصل المفتاح S لمصدر الجهد المتردد AC

١١. افصل جهد المجال للمحرك وكافة التوصيلات بالتجربة

١٢. تذكر العلاقة الرياضية بين سرعة المحرك وجهد المنتج كالتالي:

$$\omega = \frac{V_a - I_a R_a}{K I_f}$$

تقييم عمل المتدرب: (تقديم تقرير)

متطلبات التقرير

١. على المتدرب تسجيل الملاحظات على قراءات أجهزة القياس ورسم الموجات من راسم الذبذبات
٢. تسجيل جدول بالنتائج لكلاً من زاوية الإشعال، سرعة المحرك، الجهد والتيار على المنتج (Armature) وكتابة الملاحظات والتعليق عليها
٣. رسم المنحنيات بين كلاً من (V_a ,α) ، (N ,α) ، (V_a ,N) ، (I_a ,N)
٤. المقارنة بين النتائج العملية وما تم التدريب عليه بالمقرر النظري
٥. مقارنة نتائج هذا النوع من الموحدات مع نتائج تجربة موحد موجة كاملة أحادي الوجه نصف محكوم (التجربة الثانية)
٦. الإجابة على أسئلة المدرب
٧. الإجابة على الأسئلة التالية:

أسئلة:

١. بالمقارنة مع نتائج التجربة الثانية (موحد موجة كاملة أحادي الوجه نصف محكوم)، لماذا تقل السرعة في هذه التجربة عن التجربة الثانية عند نفس زاوية الإشعال؟
٢. ما الفرق بين رسم الموجات في جهاز راسم الذبذبات في هذه التجربة عن مثيلاتها في التجربة الثانية ؟
٣. لماذا لا تتغير قيمة تيار المنتج I_a بشكل ملحوظ في نتائج التجربة ؟
٤. ما هي زاوية توصيل كل ثايرستور في الدائرة ؟
٥. ما أثر توصيل الملف L بالتوالي مع دائرة المنتج ؟

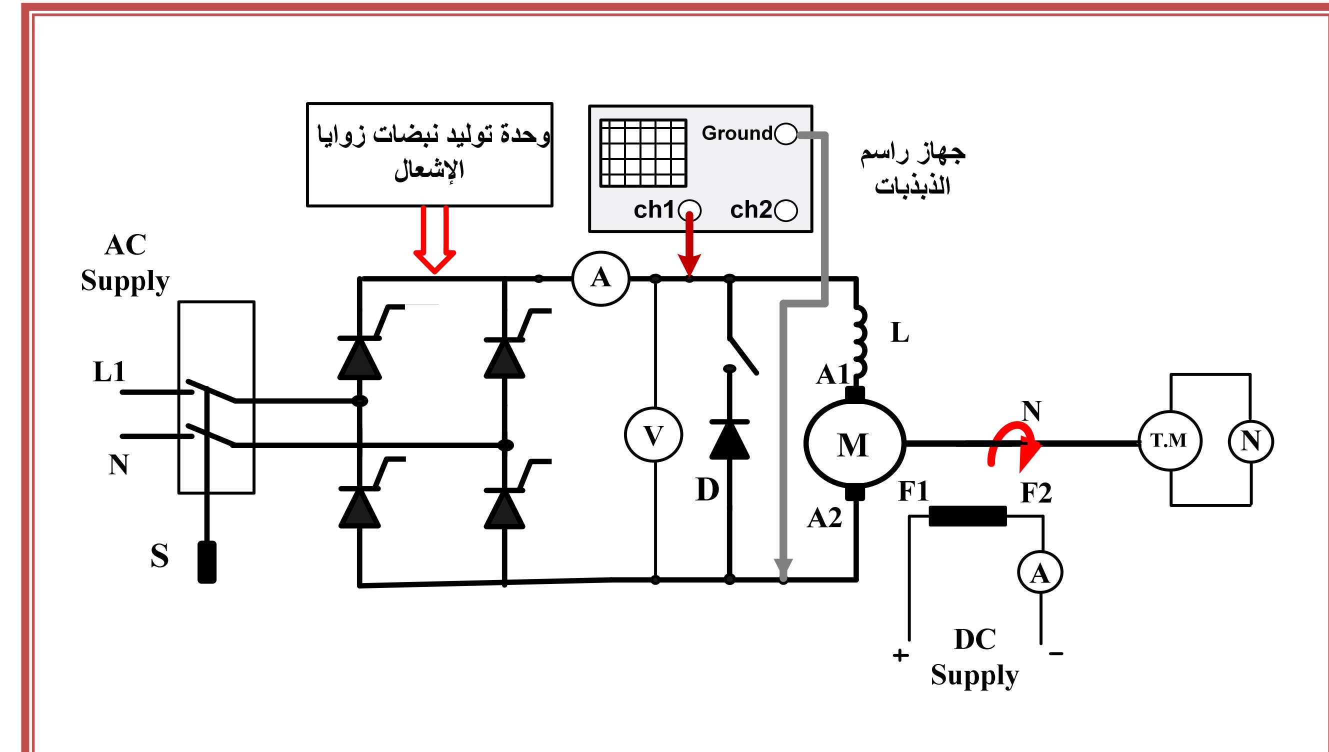
التجربة الرابعة

بيان تـأثير دايود الحذافة لموحد موجة كاملة أحادي الوجه محكوم كلياً للتحكم في سرعة محرك تيـار مستمر ذي تغذية منفصلة

الهدف من التجربة:

بيان تأثير دايود الحذافة لموحد موجة كاملة أحادي الوجه محكوم كلياً للتحكم في سرعة محرك تيار مستمر ذي تغذية منفصلة

مخطط التوصيل:



شكل (٤- ١) مخطط توصيل دائرة التحكم في سرعة محرك تيار مستمر ذي تغذية منفصلة باستخدام موجة كاملة أحادي الوجه محكوم كلياً مع دايود حذافة

التجهيزات المستخدمة:

1. مفتاح S توصيل وفصل (Circuit Breaker) أحادي الوجه موصل بمصدر الجهد المتردد
2. وحدة مصدر جهد متردد مناسب للموحد والقيم المقننة لملفات المنتج للمحرك
3. وحدة مصدر جهد مستمر مناسب للقيم المقننة لملفات مجال المحرك
4. عدد (٤) ثايرستور مع دائرة حماية
5. وحدة إشعال (٤ نبضات) لمجموعة الثايرستور
6. دايود حذافة
7. ملف تنعيم التيار L
8. محرك تيار مستمر ذو تغذية منفصلة

أجهزة القياس:

1. عدد (١) جهاز قياس جهد مستمر
2. عدد (٢) جهاز قياس تيار مستمر
3. عدد (١) وحدة قياس سرعة المحرك
4. عدد (١) جهاز راسم الذبذبات (Oscilloscope)

خطوات إجراء التجربة:

1. وصل الدائرة كما في مخطط التوصيل **بدون توصيل دايود الحذافة** حيث:
   - A2, A1 أطراف توصيل العضو الدوار(المنتج) للمحرك Armature Terminals
   - F2, F1 أطراف توصيل ملفات المجال للمحرك Field Terminals
   - اضبط وحدة الإشعال عند زاوية إشعال ١٨٠= α درجة
   - وصل وحدة الإشعال لمجموعة الثايرستور
2. وصل جهاز راسم الذبذبات بالتوازي على أطراف المنتج للمحرك (Armature) كما في مخطط التوصيل لرسم موجة الجهد على (Armature).
3. وصل جهد المصدر المستمر لدائرة مجال المحرك مع ضبط قيمة تيار المجال I_f عند القيمة المقننة له
4. وصل مفتاح توصيل S لمصدر الجهد المتردد AC (قبل التوصيل يجب التأكد من ضبط وحدة الإشعال عند زاوية إشعال ١٨٠= α درجة)

(أ) الجزء الأول: من دون توصيل دايود الحذافة

٥. قم بتغيير زاوية الإشعال تدريجيا من ١٨٠ درجة إلى أن تصل عند α =١٥٠ درجة

٦. لاحظ جهاز راسم الذبذبات وجهاز الجهد على المنتج (Armature) مع رسم شكل موجة الجهد من راسم الذبذبات.

٧. سجل قراءات الجهد V_a والتيار I_a للمنتج (Armature)، وسرعة المحرك N عند هذه الحالة في الجدول (٤- ١) المرفق.

٨. أعد ضبط الإشعال عند القيم التالية الموجودة بالجدول (٤- ١) مع تكرار الخطوات ٦، ٧ حتى ينتهي الجدول

٩. أعد ضبط زاوية الإشعال عند α =١٨٠ درجة

(ب) الجزء الثاني: مع توصيل دايود الحذافة

١٠. قم بتوصيل دايود الحذافة D بالتوازي مع أطراف توصيل العضو الدوار(المنتج) كما في مخطط التوصيل

١١. نعيد تنفيذ الخطوات ٥، ٦، ٧، ٨ في الجزء الأول (أ) السابق، مع تسجيل النتائج بالجدول (٤- ٢) حتى نهاية الجدول

١٢. بعد الانتهاء من إجراء التجربة اضبط زاوية الإشعال عند α =١٨٠ درجة

١٣. ابدأ أولاً بفصل المفتاح S لمصدر الجهد المتردد AC

١٤. افصل جهد المجال للمحرك وكافة التوصيلات بالتجربة

١٥. تذكر العلاقة الرياضية بين سرعة المحرك وجهد المنتج كالتالي:

$$\omega = \frac{V_a - I_a R_a}{K I_f}$$

جدول (٤- ١) بدون دايود حذافة

زاوية الإشعال α (درجة)	١٨٠	١٥٠	١٢٠	٩٠	٦٠	٤٥	٣٠
جهد المنتج V_a (v)							
تيار المنتج I_a (A)							
سرعة المحرك N (r.p.m)							

جدول (٤- ٢) مع دايود حذافة

زاوية الإشعال α (درجة)	١٨٠	١٥٠	١٢٠	٩٠	٦٠	٤٥	٣٠
جهد المنتج V_a (v)							
تيار المنتج I_a (A)							
سرعة المحرك N (r.p.m)							

نتائج: بيان تأثير دايود الحذافة

من دون استخدام دايود الحذافة:

نلاحظ سلوك المحرك، عند زاوية الإشعال (١٥٠درجة) نجد أن الجزء الموجب والجزء السالب من موجة جهد الخرج متساوية، ولذلك تكون القيمة المتوسطة لجهد الخرج المستمر تساوي صفر، وبالتالي لا يدور المحرك.

مع استخدام دايود الحذافة:

عند نفس زاوية الإشعال (١٥٠درجة)، نلاحظ أن دايود الحذافة يعمل دائرة قصر على الجزء السالب من موجة جهد الخرج. وتظهر القيمة المتوسطة لجهد الخرج الموجب على جهاز قياس الجهد المستمر على المنتج (Armature). ويؤدي ذلك إلى دوران المحرك.

تقييم عمل المتدرب: (تقديم تقرير)

متطلبات التقرير:

١. على المتدرب تسجيل الملاحظات على قراءات أجهزة القياس ورسم الموجات من راسم الذبذبات
٢. تسجيل جدول بالنتائج لكلاً من زاوية الإشعال، سرعة المحرك، الجهد والتيار على المنتج (Armature) وكتابة الملاحظات والتعليق عليها
٣. رسم المنحنيات بين كلاً من (V_a, α) ، (N, α) ، (V_a, N) ، (I_a, N)
٤. مقارنة النتائج بين حالتي التوصيل بدون استخدام دايود الحذافة ومع استخدامه
٥. المقارنة بين النتائج العملية وما تم التدريب عليه بالمقرر النظري
٦. الإجابة على أسئلة المدرب

٧. الإجابة على الأسئلة التالية:

أسئلة:

١. ما فائدة توصيل دايود الحذافة في الدائرة؟

٢. ماهي الفترة الزمنية من موجة جهد المنتج التي يعمل خلالها دايود الحذافة؟

٣. ماهي زاوية توصيل كل ثايرستور في الدائرة بدون دايود حذافة؟

٤. ماهي زاوية توصيل كل ثايرستور في الدائرة مع توصيل دايود الحذافة؟

٥. قارن بين النتائج في هذه التجربة والنتائج في التجربة الثانية (موحد موجة كاملة أحادي الوجه نصف محكوم)، واكتب ملاحظاتك عليها

التجربة الخامسة

التحكم في سرعة واتجاه حركة محرك تيار مستمر ذي تغذية منفصلة بواسطة موحد موجة كاملة أحادي الوجه مزدوج محكوم كلياً

الهدف من التجربة :

١. معرفة كيفية التحكم في سرعة واتجاه حركة (عكس دوران) محرك تيار مستمر ذي تغذية منفصلة عن طريق موحد موجة كاملة أحادي الوجه مزدوج محكوم كلياً

٢. التطبيق العملي لما تم التدريب عليه نظرياً

٣. رسم ودراسة منحنيات الخواص للمحرك:

- رسم العلاقة بين زاوية الإشعال α وجهد المنتج للمحرك V_a
- رسم العلاقة بين زاوية الإشعال α وسرعة المحرك N
- رسم العلاقة بين جهد المنتج V_a وسرعة المحرك N
- رسم العلاقة تيار المنتج I_a وسرعة المحرك N

التجهيزات المستخدمة :

١. مفتاح S توصيل وفصل (Circuit Breaker) أحادي الوجه موصل بمصدر الجهد المتردد ، يفضل أن يكون هذا المفتاح من النوع مزدوج التوصيل والفصل (Dual switch)، بحيث عند توصيل الموحد A يتم فصل الموحد B في نفس الوقت، لضمان حماية أكثر لهذه التجربة على التحديد (حسب التجهيزات المتاحة بالمعمل)، يمكن استخدام عدد ٢ مفتاح S1 و S2 كما في مخطط التوصيل

٢. وحدة مصدر جهد متردد مناسب للموحد والقيم المقننة لملفات المنتج للمحرك (Armature)

٣. وحدة مصدر جهد مستمر مناسب للقيم المقننة لملفات مجال المحرك

٤. عدد (٤) ثايرستور مع دائرة حماية للموحد A

٥. عدد (٤) ثايرستور مع دائرة حماية للموحد B

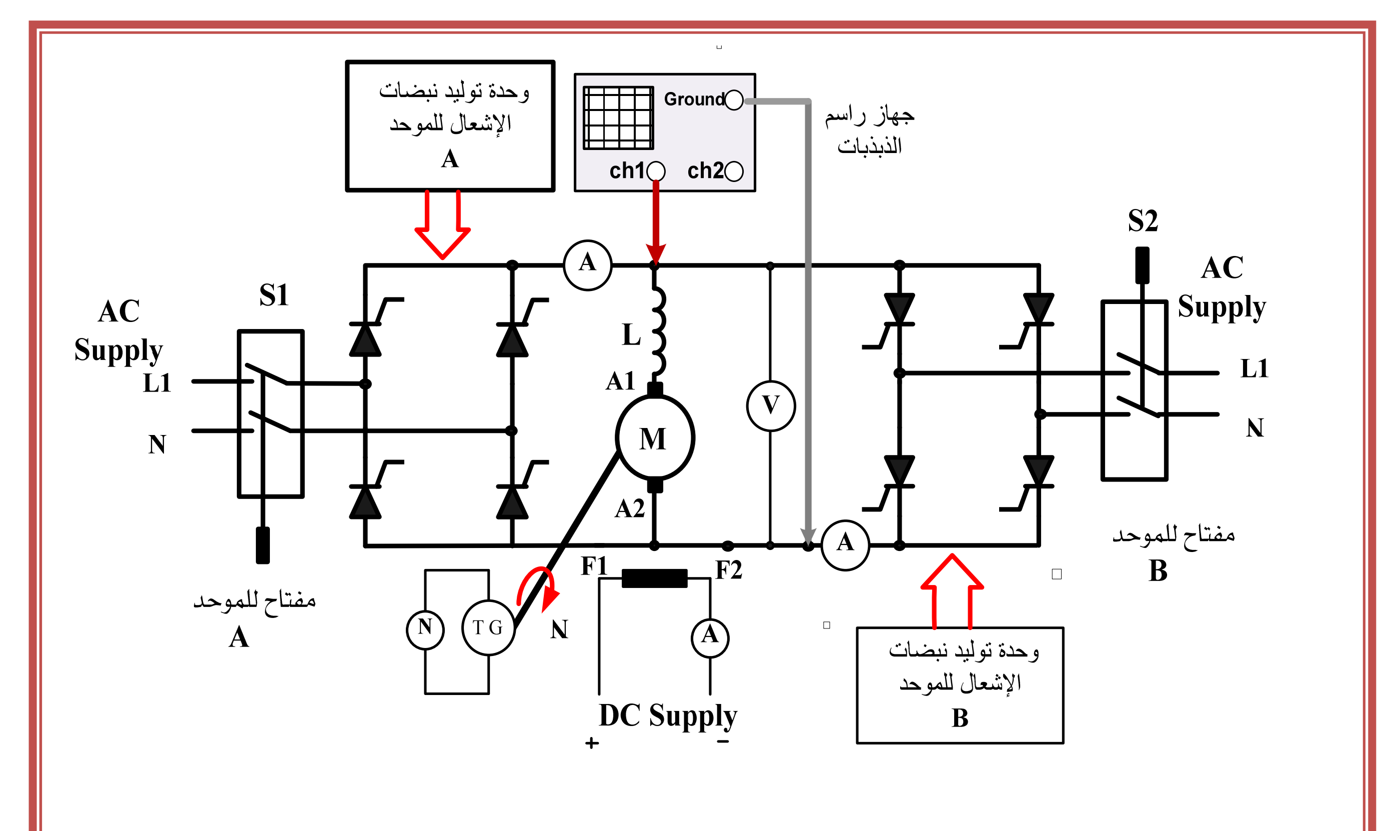
٦. وحدة إشعال (٤ نبضات) لمجموعة الثايرستور للموحد A

٧. وحدة إشعال (٤ نبضات) لمجموعة الثايرستور للموحد B

٨. ملف تنعيم التيار L

٩. محرك تيار مستمر ذو تغذية منفصلة

مخطط التوصيل :



شكل (٥- ١) مخطط توصيل دائرة التحكم في سرعة واتجاه حركة محرك تيار مستمر ذو تغذية منفصلة بواسطة موحد موجة كاملة أحادي الوجه مزدوج محكوم كلياً

أجهزة القياس:

١. عدد (١) جهاز قياس جهد مستمر

٢. عدد (٢) جهاز قياس تيار مستمر

٣. عدد (١) وحدة قياس سرعة المحرك

٤. عدد (١) جهاز راسم الذبذبات (Oscilloscope)

خطوات إجراء التجربة:

١. وصل الدائرة كما في مخطط التوصيل حيث:

- أطراف توصيل العضو الدوار(المنتج) للمحرك Armature Terminals A2, A1
- أطراف توصيل ملفات المجال للمحرك Field Terminals F2, F1

- اضبط وحدة الإشعال للموحد A والموحد B عند زاوية إشعال ١٨٠= α درجة
- وصل وحدة الإشعال لمجموعة الثايرستور للموحد A والموحد B

٢. وصل جهاز راسم الذبذبات بالتوازي على أطراف المنتج للمحرك(Armature) كما في مخطط التوصيل لرسم موجة الجهد على(Armature).

٣. وصل جهد المصدر المستمر لدائرة مجال المحرك مع ضبط قيمة تيار المجال I_f عند القيمة المقننة له

٤. وصل مفتاحS لتوصيل جهد مصدر الجهد المتردد AC (قبل التوصيل يجب التأكد من ضبط وحدة الإشعال للموحد A والموحد B عند زاوية إشعال ١٨٠= α درجة)

(أ) تشغيل الموحد A:

(يجب التأكد أن ضبط وحدة الإشعال للموحد B عند زاوية إشعال ١٨٠=α)

٥. ابدأ بتغيير (تقليل) زاوية الإشعال α لوحدة الإشعال للموحد A ببطء بحيث لا يتعدى تيار البدء للمحرك I_a في المنتج عن القيمة المقننة للمحرك حتى نصل إلى زاوية ١٥٠= α درجة

٦. لاحظ جهاز راسم الذبذبات الموصل على المنتج (Armature)، مع رسم شكل موجة الجهد V_a من راسم الذبذبات.

٧. سجل قراءات الجهد V_a والتيار I_a للمنتج (Armature)، وسرعة المحرك N عند هذه الحالة في الجدول (٥- ١) المرفق.

٨. قم بتغيير زاوية الإشعال α للموحد A عند القيم الموجودة بالجدول (٥- ١) وسجل النتائج بالجدول مع رسم إشارة الجهد V_a من راسم الذبذبات عند كل حالة

جدول (٥- ١) نتائج الموحد A

زاوية الإشعال α (درجة)	١٨٠	١٥٠	١٢٠	٩٠	٦٠	٤٥	٣٠	٠
جهد المنتج V_a (v)								
تيار المنتج I_a (A)								
سرعة المحرك N (r.p.m)								

٩. بعد الانتهاء من تسجيل النتائج بالجدول (٥- ١)، نعيد ضبط وحدة الإشعال للموحد A عند زاوية إشعال α=١٨٠

(ب) تشغيل الموحد B:

(يجب التأكد أن ضبط وحدة الإشعال للموحد A عند زاوية إشعال α=١٨٠) وتحويل مفتاح (Dual Switch) S الموصل بمصدر الجهد المتردد بحيث يتم فصل المصدر عن الموحد A وتوصيل المصدر للموحد B في نفس الوقت (حسب تجهيزات المعمل)، أو فصل المفتاح S_1 وتوصيل المفتاح S_2 كما في المخطط

١٠. نكرر الخطوات السابقة في الجزء (أ) ولكن للموحد B (من الخطوة ٥ وحتى الخطوة ٩)، وتسجيل النتائج بالجدول (٥- ٢)

جدول (٥- ٢) نتائج الموحد B

زاوية الإشعال α (درجة)	١٨٠	١٥٠	١٢٠	٩٠	٦٠	٤٥	٣٠	٠
جهد المنتج V_a (v)								
تيار المنتج I_a (A)								
سرعة المحرك N (r.p.m)								

١١. بعد الانتهاء من إجراء التجربة وتسجيل النتائج للموحد B، اضبط وحدات الإشعال للموحد A والموحد B عند زاوية إشعال ١٨٠= α درجة

١٢. ابدأ أولاً بفصل المفتاح S_2 لمصدر الجهد المتردد AC

١٣. افصل جهد المجال للمحرك وكافة التوصيلات بالتجربة

١٤. تذكر العلاقة الرياضية بين سرعة المحرك وجهد المنتج كالتالي:

$$\omega = \frac{V_a - I_a R_a}{K I_f}$$

ملاحظة:

في هذه التجربة نجد أن التحكم عن طريق موحد موجة كاملة أحادي الوجه مزدوج محكوم كلياً المسمى (Dual Converter):

١- يُمكن التحكم في سرعة المحرك في اتجاهين (اتجاه عقارب الساعة – وعكس اتجاه عقارب الساعة) حسب التوصيل من الموحد A أو B

٢- أنه في حالة تشغيل المحرك مع أحد الموحدان (يتم فصل مصدر الجهد كاملاً عن الموحد الآخر ونجعل زاوية إشعاله α=١٨٠ درجة)، حتى لا يحدث قصر في دائرة المحرك.

تقييم عمل المتدرب: (تقديم تقرير)

متطلبات التقرير:

١. على المتدرب تسجيل الملاحظات على قراءات أجهزة القياس ورسم الموجات من راسم الذبذبات
٢. تسجيل جدول بالنتائج لكلاً من زاوية الإشعال، سرعة المحرك، الجهد والتيار على المنتج (Armature) وكتابة الملاحظات والتعليق عليها
٣. رسم المنحنيات بين كلاً من (V_a, α) ، (N, α) ، (V_a, N) ، (I_a, N)
٤. المقارنة بين النتائج العملية وما تم التدريب عليه بالمقرر النظري
٥. الإجابة على أسئلة المدرب
٦. الإجابة على الأسئلة التالية:

أسئلة:

١. قارن بين نتائج الموحد A والموحد B عند زوايا إشعال مماثلة؟
٢. ما الفائدة من تطبيق هذه التجربة ؟
٣. ما أهمية تطبيق هذه التجربة في التطبيقات الصناعية ؟
٤. هل يكمن تطبيق هذا النوع من الموحدات على أنواع أخرى من المحركات الكهربائية، أذكر أنوعها ؟

الوحدة الثانية

التحكم في سرعة محركات التيار المستمر باستخدام الموحدات المحكومة ثلاثية الأوجه

الهدف العام للوحدة :

اختيار دائرة الموحدات المحكومة ثلاثية الأوجه المناسبة للمحرك لمواءمة التطبيق المطلوب

الأهداف التفصيلية :

١. أن يتقن المدرب توصيل دوائر التحكم المختلفة عملياً ومعرفة رموز العناصر المستخدمة فيها.
٢. أن يميز المتدرب بين أنواع الموحدات المحكومة ثلاثية الأوجه ومميزات وعيوب كل منها.
٣. أن يفهم المتدرب العلاقة بين زاوية الإشعال والقيمة المتوسطة لجهد الخرج لكل دائرة تحكم، وكيفية تطبيق ذلك عملياً حسب نوع كل دائرة من الموحدات ثلاثية الأوجه .
٤. أن يتحقق المتدرب عملياً من تأثير زاوية الإشعال وكيفية استخدام ذلك للتحكم في سرعة محركات التيار المستمر باستخدام عدة طرق من الموحدات ثلاثية الأوجه.

التجربة السادسة

التحكم في سرعة محرك تيار مستمر ذي تغذية منفصلة باستخدام موحد نصف موجه ثلاثي الأوجه محكوم كلياً

الهدف من التجربة:

- معرفة كيفية التحكم عملياً في سرعة محرك تيار مستمر ذي تغذية منفصلة عن طريق تغذية دائرة المنتج بموحد نصف موجه ثلاثي الأوجه محكوم كلياً
- التطبيق العملي لما تم التدريب عليه نظرياً
- رسم ودراسة منحنيات الخواص للمحرك:
  - رسم العلاقة بين زاوية الإشعال α وجهد المنتج للمحرك V_a
  - رسم العلاقة بين زاوية الإشعال α وسرعة المحرك N
  - رسم العلاقة بين جهد المنتج V_a وسرعة المحرك N
  - رسم العلاقة تيار المنتج I_a وسرعة المحرك N
- مقارنة نتائج هذا النوع من الموحدات مع نتائج تجربة موحد موجة كاملة أحادي الوجه محكوم كلياً

التجهيزات المستخدمة:

١. مفتاح S توصيل وفصل (Circuit Breaker) ثلاثي الأوجه موصل بمصدر الجهد المتردد
٢. وحدة مصدر جهد متردد مناسب للموحد والقيم المقننة لملفات المنتج للمحرك (Armature)
٣. وحدة مصدر جهد مستمر مناسب للقيم المقننة لملفات مجال المحرك
٤. عدد (٣) ثايرستور مع دائرة حماية
٥. وحدة إشعال (٣ نبضات) لمجموعة الثايرستور
٦. ملف تنعيم التيار L
٧. محرك تيار مستمر ذو تغذية منفصلة

أجهزة القياس:

١. عدد (٢) جهاز قياس جهد مستمر
٢. عدد (٢) جهاز قياس تيار مستمر

٣. عدد (١) وحدة قياس سرعة المحرك

٤. عدد (١) جهاز راسم الذبذبات (Oscilloscope)

مخطط التوصيل:

شكل (٦- ١) مخطط التوصيل لدائرة التحكم في سرعة محرك تيار مستمر ذي تغذية منفصلة باستخدام موحد نصف موجه ثلاثي الأوجه محكوم كلياً

خطوات إجراء التجربة:

١. وصل الدائرة كما في مخطط التوصيل حيث:

- A2, A1 أطراف توصيل العضو الدوار (المنتج) للمحرك Armature Terminals
- F2, F1 أطراف توصيل ملفات المجال للمحرك Field Terminals
- اضبط وحدة الإشعال عند زاوية إشعال α =١٨٠ درجة
- وصل وحدة الإشعال لمجموعة الثايرستور

٢. وصل جهاز راسم الذبذبات بالتوازي على أطراف المنتج للمحرك (Armature) كما في مخطط التوصيل لرسم موجة الجهد على (Armature).

٣. وصل جهد المصدر المستمر لدائرة مجال المحرك مع ضبط قيمة تيار المجال I_f عند القيمة المقننة له

٤. وصل المفتاح S توصيل لمصدر الجهد المتردد AC (قبل التوصيل يجب التأكد من ضبط وحدة الإشعال عند زاوية إشعال α =١٨٠ درجة)

٥. ابدأ ضبط وحدة الإشعال عند زاوية α =١٨٠ درجة، وقم بتغيير (تقليل) زاوية الإشعال ببطء بحيث لا يتعدى تيار البدء للمحرك I_a في المنتج عن القيمة المقننة للمحرك حتى نصل إلى زاوية α =١٥٠ درجة

٦. لاحظ جهاز راسم الذبذبات الموصل على المنتج (Armature)، مع رسم شكل موجة الجهد V_a من راسم الذبذبات.

٧. سجل قراءات الجهد V_a والتيار I_a للمنتج (Armature)، وسرعة المحرك N عند هذه الحالة في الجدول (٦- ١) المرفق.

٨. قم بتغيير زاوية الإشعال α عند القيم الموجودة بالجدول (٦- ١) وسجل النتائج بالجدول مع رسم إشارة الجهد V_a من راسم الذبذبات عند كل حالة

جدول (٦- ١)

زاوية الإشعال α (درجة)	١٨٠	١٥٠	١٢٠	٩٠	٦٠	٤٥	٣٠	٠
جهد المنتج V_a (v)								
تيار المنتج I_a (A)								
سرعة المحرك N (r.p.m)								

٩. بعد الانتهاء من إجراء التجربة وتسجيل النتائج، اضبط زاوية الإشعال عند α =١٨٠ درجة

١٠. ابدأ أولاً بفصل المفتاح S لمصدر الجهد المتردد AC

١١. افصل جهد المجال للمحرك وكافة التوصيلات بالتجربة

١٢. تذكر العلاقة الرياضية بين سرعة المحرك وجهد المنتج كالتالي:

$$\omega = \frac{V_a - I_a R_a}{K I_f}$$

استنتاج:

١- أهم ميزة في الموحدات أحادية الوجه، البساطة في تركيب الدوائر، لكن يوجد تموجات كثيرة في موجات الخرج للموحد، كما أن قدراتها قليلة، مما يجعل استخدامها في التطبيقات الصناعية محدود.

٢- معظم الاستخدامات الحديثة والواسعة الانتشار في الصناعة للموحدات المحكومة ثلاثية الأوجه، حيث التموجات في موجات الخرج صغيرة، مما ينتج زيادة في قيمة الخرج للموحد، كما أن قدراتها كبيرة، وكفاءتها أكبر.

<u>تقييم عمل المتدرب: (تقديم تقرير)</u>

متطلبات التقرير:

١. على المتدرب تسجيل الملاحظات على قراءات أجهزة القياس ورسم الموجات من راسم الذبذبات

٢. تسجيل جدول بالنتائج لكلٍ من زاوية الإشعال، سرعة المحرك، الجهد والتيار على المنتج (Armature) وكتابة الملاحظات والتعليق عليها

٣. رسم المنحنيات بين كلٍ من $(V_a ، \alpha)$ ، $(N ، \alpha)$ ، $(V_a ، N)$ ، $(I_a ، N)$

٤. المقارنة بين النتائج العملية وما تم التدريب عليه بالمقرر النظري

٥. مقارنة نتائج هذا النوع من الموحدات مع نتائج تجربة موحد موجة كاملة أحادي الوجه محكوم كلياً (التجربة الثالثة)

٦. الإجابة على أسئلة المدرب

٧. الإجابة على الأسئلة التالية:

<u>أسئلة:</u>

١. اذكر مميزات الموحدات الثلاثية الأوجه عن مثيلاتها أحادية الأوجه من الناحية العملية

٢. قارن بين الجهد V_a لدائرة المنتج في هذه التجربة والتجربة الثالثة سابقا، عند زاوية اشعال مماثله ؟

٣. قارن بين السرعة N للمحرك في هذه التجربة والتجربة الثالثة سابقا، عند زاوية اشعال مماثله؟

التجربة السابعة

التحكم في سرعة محرك تيار مستمر ذي تغذية منفصلة باستخدام موحد موجه كاملة ثلاثي الأوجه نصف محكوم

الهدف من التجربة:

- معرفة كيفية التحكم عملياً في سرعة محرك تيار مستمر ذي تغذية منفصلة عن طريق تغذية دائرة المنتج بموحد موجه كاملة ثلاثي الأوجه نصف محكوم
- التطبيق العملي لما تم التدريب عليه نظرياً
- رسم ودراسة منحنيات الخواص للمحرك:
  - رسم العلاقة بين زاوية الإشعال α وجهد المنتج للمحرك V_a
  - رسم العلاقة بين زاوية الإشعال α وسرعة المحرك N
  - رسم العلاقة بين جهد المنتج V_a وسرعة المحرك N
  - رسم العلاقة تيار المنتج I_a وسرعة المحرك N
- مقارنة نتائج هذا النوع من الموحدات مع نتائج تجربة موحد موجة كاملة أحادي الوجه نصف محكوم

التجهيزات المستخدمة:

١. مفتاح Sتوصيل وفصل (Circuit Breaker) ثلاثي الأوجه موصل بمصدر الجهد المتردد
٢. وحدة مصدر جهد متردد مناسب للموحد والقيم المقننة لملفات المنتج للمحرك (Armature)
٣. وحدة مصدر جهد مستمر مناسب للقيم المقننة لملفات مجال المحرك
٤. عدد (٣) ثايرستور مع دائرة حماية
٥. وحدة إشعال (٣ نبضات) لمجموعة الثايرستور
٦. عدد (٣) دايود
٧. ملف تنعيم التيار L
٨. محرك تيار مستمر ذو تغذية منفصلة

أجهزة القياس:

1. عدد (١) جهاز قياس جهد مستمر
2. عدد (٢) جهاز قياس تيار مستمر
3. عدد (١) وحدة قياس سرعة المحرك
4. عدد (١) جهاز راسم الذبذبات (Oscilloscope)

مخطط التوصيل:

شكل (٧- ١) مخطط التوصيل لدائرة التحكم في سرعة محرك تيار مستمر ذي تغذية منفصلة باستخدام موحد موجه كاملة ثلاثي الأوجه نصف محكوم

خطوات إجراء التجربة:

1. وصل الدائرة كما في مخطط التوصيل حيث:

- A2, A1 أطراف توصيل العضو الدوار (المنتج) للمحرك Armature Terminals
- F2, F1 أطراف توصيل ملفات المجال للمحرك Field Terminals
- اضبط وحدة الإشعال عند زاوية إشعال α =١٨٠ درجة

- وصل وحدة الإشعال لمجموعة الثايرستور

٢. وصل جهاز راسم الذبذبات بالتوازي على أطراف المنتج للمحرك (Armature) كما في مخطط التوصيل لرسم موجة الجهد على (Armature).

٣. وصل جهد المصدر المستمر لدائرة مجال المحرك مع ضبط قيمة تيار المجال I_f عند القيمة المقننة له

٤. وصل المفتاح S لتوصيل مصدر الجهد المتردد AC (قبل التوصيل يجب التأكد من ضبط وحدة الإشعال عند زاوية إشعال ١٨٠ =α درجة)

٥. ابدأ ضبط وحدة الإشعال عند زاوية ١٨٠ =α درجة، وقم بتغيير (تقليل) زاوية الإشعال ببطء بحيث لا يتعدى تيار البدء للمحرك I_a في المنتج عن القيمة المقننة للمحرك حتى نصل إلى زاوية ١٥٠ =α درجة

٦. لاحظ جهاز راسم الذبذبات الموصل على المنتج (Armature)، مع رسم شكل موجة الجهد V_a من راسم الذبذبات.

٧. سجل قراءات الجهد V_a والتيار I_a للمنتج (Armature)، وسرعة المحرك N عند هذه الحالة في الجدول (٧- ١) المرفق.

٨. قم بتغيير زاوية الإشعال α عند القيم الموجودة بالجدول (٧- ١) وسجل النتائج بالجدول مع رسم إشارة الجهد V_a من راسم الذبذبات عند كل حالة

جدول (٧- ١)

زاوية الإشعال α (درجة)	١٨٠	١٥٠	١٢٠	٩٠	٦٠	٤٥	٣٠	٠
جهد المنتج V_a (v)								
تيار المنتج I_a (A)								
سرعة المحرك N (r.p.m)								

٩. بعد الانتهاء من إجراء التجربة وتسجيل النتائج، اضبط زاوية الإشعال عند ١٨٠ =α درجة

١٠. ابدأ أولاً بفصل المفتاح لجهد مصدر الجهد المتردد AC

١١. افصل جهد المجال للمحرك وكافة التوصيلات بالتجربة

١٢. تذكر العلاقة الرياضية بين سرعة المحرك وجهد المنتج كالتالي:

$$\omega = \frac{V_a - I_a R_a}{K I_f}$$

استنتاج :

- في هذا النوع من الموحدات يتم توصيل عدد (٣) ثايرستور كما في مخطط التوصيل وعدد (٣) دايود وبهذا الشكل يمكن الحصول على جهد وتيار مستمر (DC) على المحرك أكثر تنعيماً من التجربة السابقة، وهذا يعني أن تقل قيمة التموجات (Ripple) في موجات الخرج للموحد
- من عيوب هذا النوع أن كل ثايرستور يعمل فقط لزاوية قدرها ١٢٠ درجة

تقييم عمل المتدرب: (تقديم تقرير)

متطلبات التقرير:

١. على المتدرب تسجيل الملاحظات على قراءات أجهزة القياس ورسم الموجات من راسم الذبذبات
٢. تسجيل جدول بالنتائج لكلٍ من زاوية الإشعال، سرعة المحرك، الجهد والتيار على المنتج (Armature) وكتابة الملاحظات والتعليق عليها
٣. رسم المنحنيات بين كلٍ من (V_a, α) ، (N, α) ، (V_a, N) ، (I_a, N)
٤. المقارنة بين النتائج العملية وما تم التدريب عليه بالمقرر النظري
٥. مقارنة نتائج هذا النوع من الموحدات مع نتائج تجربة موحد موجة كاملة أحادي الوجه نصف محكوم (التجربة الثانية)
٦. الإجابة على أسئلة المدرب
٧. الإجابة على الأسئلة التالية:

أسئلة:

١. هل نحتاج دايود حذافة في هذه الدائرة ؟ أذكر السبب
٢. ما الفرق المتوقع في النتائج إذا تم تحميل المحرك في هذه التجربة بحمل ثابت القيمة؟
٣. اذكر الفروق بين نتائج هذه التجربة مع نتائج التجربة الثانية (موحد موجة كاملة أحادي الوجه نصف محكوم)، واكتب ملاحظاتك عليها

٤. أذكر الفروق بين نتائج هذه التجربة مع نتائج التجربة السادسة (موحد موجة كاملة ثلاثي الأوجه محكوم كلياً)، وأكتب ملاحظاتك عليها؟

التجربة الثامنة

التحكم في سرعة محرك تيار مستمر ذي تغذية منفصلة باستخدام موحد موجه كاملة ثلاثي الأوجه محكوم كلياً

الهدف من التجربة:

- معرفة كيفية التحكم عملياً في سرعة محرك تيار مستمر ذي تغذية منفصلة عن طريق تغذية دائرة المنتج بموحد موجه كاملة ثلاثي الأوجه محكوم كلياً
- التطبيق العملي لما تم التدريب عليه نظرياً
- رسم ودراسة منحنيات الخواص للمحرك:
  - رسم العلاقة بين زاوية الإشعال α وجهد المنتج للمحرك V_a
  - رسم العلاقة بين زاوية الإشعال α وسرعة المحرك N
  - رسم العلاقة بين جهد المنتج V_a وسرعة المحرك N
  - رسم العلاقة تيار المنتج I_a وسرعة المحركN
- مقارنة نتائج هذا النوع من الموحدات مع نتائج تجربة موحد موجة كاملة أحادي الوجه محكوم كليا
- مقارنة نتائج هذا النوع من الموحدات مع نتائج تجربة موحد نصف موجة ثلاثية الأوجه محكوم كليا

التجهيزات المستخدمة:

١. مفتاحSتوصيل وفصل (Circuit Breaker) ثلاثي الأوجه موصل بمصدر الجهد المتردد
٢. وحدة مصدر جهد متردد مناسب للموحد والقيم المقننة لملفات المنتج للمحرك (Armature)
٣. وحدة مصدر جهد مستمر مناسب للقيم المقننة لملفات مجال المحرك
٤. عدد (٦) ثايرستور مع دائرة حماية
٥. وحدة إشعال (٦ نبضات) لمجموعة الثايرستور
٦. ملف تنعيم التيار L
٧. محرك تيار مستمر ذي تغذية منفصلة

أجهزة القياس:

١. عدد (١) جهاز قياس جهد مستمر
٢. عدد (٢) جهاز قياس تيار مستمر
٣. عدد (١) وحدة قياس سرعة المحرك
٤. عدد (١) جهاز راسم الذبذبات (Oscilloscope)

مخطط التوصيل:

شكل (٨- ١) مخطط التوصيل لدائرة التحكم في سرعة محرك تيار مستمر
ذي تغذية منفصلة باستخدام موحد موجه كاملة ثلاثي الأوجه محكوم كلياً

خطوات إجراء التجربة:

١. وصل الدائرة كما في مخطط التوصيل حيث:
- A2, A1 أطراف توصيل العضو الدوار (المنتج) للمحرك Armature Terminals
- F2, F1 أطراف توصيل ملفات المجال للمحرك Field Terminals
- اضبط وحدة الإشعال عند زاوية إشعال ١٨٠ = α درجة
- وصل وحدة الإشعال لمجموعة الثايرستور

٢. وصل جهاز راسم الذبذبات بالتوازي على أطراف المنتج للمحرك (Armature) كما في

مخطط التوصيل لرسم موجة الجهد على (Armature).

٣. وصل جهد المصدر المستمر لدائرة مجال المحرك مع ضبط قيمة تيار المجال I_f عند القيمة المقننة له

٤. وصل المفتاح Sلتوصيل مصدر الجهد المتردد AC (قبل التوصيل يجب التأكد من ضبط وحدة الإشعال عند زاوية إشعال١٨٠= α درجة)

٥. ابدأ ضبط وحدة الإشعال عند زاوية ١٨٠= α درجة، ونقوم بتغيير (تقليل) زاوية الإشعال ببطء بحيث لا يتعدى تيار البدء للمحرك I_a في المنتج عن القيمة المقننة للمحرك حتى نصل إلى زاوية ١٥٠= α درجة

٦. لاحظ جهاز راسم الذبذبات الموصل على المنتج (Armature)، مع رسم شكل موجة الجهد V_a من راسم الذبذبات.

٧. سجل قراءات الجهد V_a والتيار I_a للمنتج (Armature)، وسرعة المحرك N عند هذه الحالة في الجدول (٨- ١) المرفق.

٨. قم بتغيير زاوية الإشعال α عند القيم الموجودة بالجدول (٨- ١) وسجل النتائج بالجدول مع رسم إشارة الجهد V_a من راسم الذبذبات عند كل حالة

جدول (٨- ١)

زاوية الإشعال α (درجة)	١٨٠	١٥٠	١٢٠	٩٠	٦٠	٤٥	٣٠	٠
جهد المنتج V_a (v)								
تيار المنتج I_a (A)								
سرعة المحركN (r.p.m)								

٩. بعد الانتهاء من إجراء التجربة وتسجيل النتائج، اضبط زاوية الإشعال عند ١٨٠= α درجة

١٠. ابدأ أولاً بفصل المفتاح S مصدر الجهد المتردد AC

١١. افصل جهد المجال للمحرك وكافة التوصيلات بالتجربة

١٢. تذكر العلاقة الرياضية بين سرعة المحرك وجهد المنتج كالتالي:

$$\omega = \frac{V_a - I_a R_a}{K I_f}$$

تقييم عمل المتدرب: (تقديم تقرير)

متطلبات التقرير:

١. على المتدرب تسجيل الملاحظات على قراءات أجهزة القياس ورسم الموجات من راسم الذبذبات
٢. تسجيل جدول بالنتائج لكلاً من زاوية الإشعال، سرعة المحرك، الجهد والتيار على المنتج (Armature) وكتابة الملاحظات والتعليق عليها
٣. رسم المنحنيات بين كلٍ من (V_a, α) ، (N, α) ، (V_a, N) ، (I_a, N)
٤. المقارنة بين النتائج العملية وما تم التدريب عليه بالمقرر النظري
٥. مقارنة نتائج هذا النوع من الموحدات مع نتائج تجربة موحد موجة كاملة أحادي الوجه محكوم كلياً (التجربة الثالثة)
٦. مقارنة نتائج هذا النوع من الموحدات مع نتائج تجربة موحد نصف موجة ثلاثية الأوجه محكوم كلياً (التجربة السادسة)
٧. الإجابة على أسئلة المدرب
٨. الإجابة على الأسئلة التالية:

أسئلة:

١. هل يوجد فروق بين النتائج العملية لهذه التجربة وما تم التدريب عليه نظريا؟
٢. **اكتب ملاحظاتك على التالي:**

أ- مقارنة نتائج هذه التجربة مع التجربة الثالثة (موحد أحادي الوجه)
ب- مقارنة النتائج هذه التجربة مع التجربة السابعة (موحد ثلاثي الأوجه)
ج- مقارنة النتائج مع التجربة السادسة (موحد ثلاثي الأوجه)
د- ماهي أفضل طرق التحكم في هذه التجارب ؟ ولماذا؟

الوحدة الثالثة

التحكم في سرعة محركات التيار المستمر باستخدام مقطعات التيار المستمر

الهدف العام للوحدة :

التحكم في أداء محرك التيار المستمر باستخدام مقطعات التيار المستمر

الأهداف التفصيلية :

١. أن يتقن المتدرب توصيل دوائر مقطعات التيار المستمر المختلفة عملياً ومعرفة رموز العناصر المستخدمة فيها
٢. أن يستخدم المتدرب دوائر مقطعات التيار المستمر للتحكم في سرعة المحرك وعمل الفرملة
٣. أن يميز المتدرب بين طرق التحكم في سرعة المحرك باستخدام دوائر مقطعات التيار المستمر.
٤. أن يفهم المتدرب علاقة تأثير نوع وطريقة التحكم على القيمة المتوسطة لجهد الخرج لكل دائرة تحكم، وكيفية تطبيق ذلك عملياً حسب نوع كل دائرة.

أن يتحقق المتدرب عملياً من كيفية استخدام مقطعات التيار المستمر للتحكم في سرعة محركات التيار المستمر.

التجربة التاسعة

التحكم في سرعة محرك تيار مستمر ذي تغذية منفصلة باستخدام مقطع التيار المستمر

الهدف من التجربة :

- معرفة كيفية التحكم عملياً في سرعة محرك تيار مستمر ذي تغذية منفصلة عن طريق تغذية دائرة المنتج بمقطع التيار المستمر من النوع الخافض
- التطبيق العملي لما تم التدريب عليه نظرياً
- رسم ودراسة منحنيات الخواص للمحرك:
  - رسم العلاقة بين نسبة التشغيل k و(تردد التشغيل f) مع جهد المنتج للمحرك V_a
  - رسم العلاقة بين نسبة التشغيل k و(تردد التشغيل f) مع سرعة المحرك N
  - رسم العلاقة بين جهد المنتج V_a وسرعة المحرك N
  - رسم العلاقة تيار المنتج I_a وسرعة المحرك N

تقوم دوائر مقطعات التيار المستمر DC Chopper بتحويل التيار المستمرDC الثابت في القيمة إلى التيار المستمرDC محكوم في القيمة، حيث يمكن استخدام خصائص ترانزستور القدرة (PT) بأنواعها كمفتاح ON-OFF للحصول على جهد DC متغيراً في القيمة على خرج الترانزستور.

<u>طرق التحكم في جهد الخرج للمقطع</u>

يوجد طريقتان للتحكم في جهد الخرج للمقطع:

١. طريقة تعديل عرض النبضة PWM (Pulse Width Modulation)

حيث يتم تغيير زمن توصيل الترانزستور T_{on} مع تثبيت تردد تشغيل الترانزستور f

٢. طريقة تعديل تردد النبضة PFM (Pulse Frequency Modulation)

حيث يتم تغيير تردد تشغيل الترانزستور f مع تثبيت زمن توصيل الترانزستور T_{on}

الطريقة الأولى (طريقة تعديل عرض النبضة PWM) أفضل طريقة مستخدمة في الصناعة

مخطط التوصيل:

DC supply
+ −
S
وحدة توليد النبضات
Q
Transistor
Ground
ch1 ch2
جهاز راسم الذبذبات
A
D
V
L
A1
M
A2
N
F1
F2
T.M
N
A
+ DC supply −

شكل (٩- ١)مخطط التوصيل لدائرة التحكم في محرك التيار المستمر ذي تغذية منفصلة باستخدام مقطع التيار المستمر من النوع الخافض

التجهيزات المستخدمة:

١. عدد (١) مفتاح S توصيل وفصل (Circuit Breaker) أحادي الوجه موصل بمصدر الجهد DC ثابت القيمة

٢. وحدة مصدر جهد DC ثابت القيمة مناسب للقيم المقننة للملفات المنتج للمحرك (Armature)

٣. وحدة مصدر جهدDC مستمر مناسب للقيم المقننة للملفات مجال المحرك

٤. عدد (١) ترانزستور قدرة IGBT أو MOSFET(حسب التجهيزات المتاحة بالمعمل) مع دائرة حماية

٥. وحدة نبضات(تعديل عرض النبضة (PWM) للترانزستور

٦. وحدة نبضات(تعديل تردد النبضة (PFM) للترانزستور

٧. عدد (١) دايود

٨. ملف تنعيم التيار L
٩. محرك تيار مستمر ذو تغذية منفصلة

أجهزة القياس:

١. عدد (١) جهاز قياس جهد مستمر
٢. عدد (٢) جهاز قياس تيار مستمر
٣. عدد (١) وحدة قياس سرعة المحرك
٤. عدد (١) جهاز راسم الذبذبات (Oscilloscope)

خطوات إجراء التجربة:

١. وصل الدائرة كما في مخطط التوصيل حيث:
- A2, A1 أطراف توصيل العضو الدوار (المنتج) للمحرك Armature Terminals
- F2, F1 أطراف توصيل ملفات المجال للمحرك Field Terminals
- اضبط وحدة نبضات عرض النبضة PWM عند نسبة تشغيل k=0
- اضبط وحدة نبضات تردد النبضة PFM عند تردد تشغيل f =0
- وصل وحدات النبضات للترانزستور Q

٢. وصل جهاز راسم الذبذبات بالتوازي على أطراف المنتج للمحرك (Armature) كما في مخطط التوصيل لرسم موجة الجهد على (Armature).
٣. وصل جهد المصدر المستمر لدائرة مجال المحرك مع ضبط قيمة تيار المجال I_f عند القيمة المقننة له

<u>الجزء الأول: التحكم بطريقة تعديل عرض النبضة PWM</u>

٤. يجب التأكد من ضبط وحدة نبضات عرض النبضة PWM عند نسبة التشغيل k=0
٥. اضبط وحدة نبضات تردد النبضة PWM عند تردد التشغيل f =2 kHz
٦. وصل المفتاح S لتوصيل مصدر الجهد المستمر الثابت DC لأطراف المنتج للمحرك
٧. ابدأ بتغيير وحدة نبضات عرض النبضة من نسبة التشغيل k=0 بالزيادة ببطء بحيث لا يتعدى تيار البدء للمحرك I_a في المنتج عن القيمة المقننة للمحرك حتى نصل إلى عرض النبضة بنسبة التشغيل k=0.2، لاحظ جهاز راسم الذبذبات الموصل على المنتج (Armature)، مع رسم شكل موجة الجهد V_a من راسم الذبذبات.

٨. سجل قراءات الجهد V_a والتيار I_a للمنتج (Armature)، وسرعة المحرك N عند هذه الحالة في الجدول (٩- ١) المرفق.

٩. قم بتغيير نسبة التشغيل k عند القيم الموجودة بالجدول (٩- ١) وسجل النتائج بالجدول مع رسم إشارة الجهد V_a من راسم الذبذبات عند كل حالة

١٠. بعد الانتهاء من إجراء هذا الجزء من التجربة وتسجيل النتائج، اضبط نسبة التشغيل k=0 وتردد التشغيل f=0 لوحدات النبضات.

جدول (٩- ١)

نسبة التشغيل k	0.2	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
جهد المنتج V_a (v)								
تيار المنتج I_a (A)								
سرعة المحرك N (r.p.m)								

الجزء الثاني: التحكم بطريقة تعديل تردد النبضة PFM

١١. يجب التأكد من ضبط وحدة نبضات تردد النبضة PFM عند تردد التشغيل f=0

١٢. اضبط وحدة نبضات عرض النبضة PWM عند نسبة تشغيل k=0.5

١٣. ابدأ بتغيير وحدة نبضات تردد النبضة PFM من تردد التشغيل f=0 بالزيادة ببطء بحيث لا يتعدى تيار البدء للمحرك I_a في المنتج عن القيمة المقننة للمحرك حتى نصل إلى تردد النبضة بتردد تشغيل f=100Hz، لاحظ جهاز راسم الذبذبات الموصل على المنتج (Armature)، مع رسم شكل موجة الجهد V_a من راسم الذبذبات.

١٤. سجل قراءات الجهد V_a والتيار I_a للمنتج (Armature)، وسرعة المحرك N عند هذه الحالة في الجدول (٩- ٢) المرفق.

١٥. قم بتغيير تردد التشغيل fعند القيم الموجودة بالجدول (٩- ٢)، أو (حسب التجهيزات المتاحة المعمل من نوع الترانزستور، تردد الترانزستور، وحدة نبضات تعديل تردد النبضة) وسجل النتائج بالجدول مع رسم إشارة الجهد V_a من راسم الذبذبات عند كل حالة

جدول (٩- ٢)

تردد التشغيل f (Hz)	100	400	800	1000	1500	2000	3000	5000
جهد المنتج V_a (v)								
تيار المنتج I_a (A)								
سرعة المحرك N (r.p.m)								

١٦. بعد الانتهاء من إجراء هذا الجزء من التجربة وتسجيل النتائج، اضبط نسبة التشغيل k=0 وتردد التشغيل f=0 لوحدات النبضات.

١٧. ابدأ أولاً بفصل المفتاح Sلمصدر الجهد المستمر الثابت DC لأطراف المنتج للمحرك

١٨. افصل جهد المجال للمحرك وكافة التوصيلات بالتجربة

١٩. تذكر العلاقات الرياضية التالية:

$$V_a = (T_{on} * f)\ V_s = k * V_s$$

$$V_a = \frac{T_{on}}{T} V_s$$

$$\omega = \frac{V_a - I_a R_a}{K I_f}$$

تقييم عمل المتدرب: (تقديم تقرير)

متطلبات التقرير:

١. على المتدرب تسجيل الملاحظات على قراءات أجهزة القياس ورسم الموجات من راسم الذبذبات

٢. تسجيل جدول بالنتائج لكلاً من نسبة التشغيل k، تردد التشغيل f،سرعة المحرك، الجهد والتيار على المنتج (Armature) وكتابة الملاحظات والتعليق عليها

٣. رسم المنحنيات بين كلٍ من (V_a ,k) ، (N ,k) ، (V_a ,N) ، (I_a ,N)

٤. رسم المنحنيات بين كلٍ من (V_a ,f) ، (N ,f) ، (V_a ,N) ، (I_a ,N)

٥. المقارنة بين النتائج العملية وما تم التدريب عليه بالمقرر النظري

٦. الإجابة على أسئلة المدرب

٧. الإجابة على الأسئلة التالية:

<u>أسئلة:</u>

١. اذكر طرق التحكم المختلفة في جهد الخرج لمقطعات التيار المستمر؟
٢. ما وظيفة الدايود D في هذه التجربة؟
٣. ما الفرق في النتائج بين طريقة التحكم بتعديل عرض النبضة PWM وطريقة تعديل تردد النبضة PFM؟ أيهما أفضل من الناحية العملية؟
٤. هل يمكن استخدام الثايرستور بدلاً من الترانزستور في هذه التجربة؟ علل إجابتك؟

التجربة العاشرة

التحكم في فرملة محرك تيار مستمر ذي تغذية منفصلة يعمل باستخدام مقطع التيار المستمر

الهدف من التجربة:

- عمل فرملة باستخدام مقاومة لمحرك التيار المستمر المنفصل التغذية
- معرفة كيفية التحكم عملياً في فرملة محرك تيار مستمر ذي تغذية منفصلة يعمل عن طريق تغذية دائرة المنتج بمقطع التيار المستمر من النوع الخافض
- فهم دراسة تأثير نسبة التشغيل على زمن فرملة المحرك
- فهم دراسة تأثير قيمة مقاومة الفرملة على زمن فرملة المحرك
- التطبيق العملي لما تم التدريب عليه نظرياً
- رسم ودراسة منحنيات الخواص للمحرك:
  - رسم العلاقة بين نسبة التشغيل k و زمن الفرملة T_b
  - رسم العلاقة بين جهد المنتج للمحرك V_a وزمن الفرملة T_b
  - رسم العلاقة بين مقاومة الفرملة R_b و زمن الفرملة T_b

التجهيزات المستخدمة:

١. عدد (٣) مفتاح توصيل وفصل (Circuit Breaker) أحادي الوجه S1, S2, S3
٢. وحدة مصدر جهدDC ثابت القيمة مناسب للقيم المقننة لملفات المنتج للمحرك (Armature)
٣. وحدة مصدر جهد DC مستمر مناسب للقيم المقننة لملفات مجال المحرك
٤. عدد (٢) ترانزستور قدرة IGBT أو MOSFET (حسب التجهيزات المتاحة) مع دائرة حماية
٥. عدد (٢) وحدة نبضات نوع التحكم (تعديل عرض النبضة PWM) للترانزستورQ1، Q2
٦. عدد (٢) وحدة نبضات نوع التحكم (تعديل تردد النبضة PFM) للترانزستورQ1، Q2
٧. عدد (١) دايود
٨. مقاومة متغيرة ٢٣٠٠ أوم وعدة مقاومات أخرى متغيرة (أو حسب المتاح بالمعمل)، بحيث

تتحمل أقصى تيار I_a للمنتج في المحرك

٩. ملف تنعيم التيار L

١٠. محرك تيار مستمر ذو تغذية منفصلة

أجهزة القياس:

١. عدد (١) جهاز قياس جهد مستمر

٢. عدد (٢) جهاز قياس تيار مستمر

٣. عدد (١) وحدة قياس سرعة المحرك

٤. عدد (١) مؤقت زمني (Stop-Watch)

٥. عدد (١) جهاز راسم الذبذبات (Oscilloscope)

مخطط التوصيل:

شكل (١٠- ١) مخطط التوصيل لدائرة التحكم في فرملة محرك تيار مستمر ذي تغذية منفصلة يعمل باستخدام مقطع التيار المستمر

خطوات إجراء التجربة:

١. وصل الدائرة كما في مخطط التوصيل حيث:

- A2, A1 أطراف توصيل العضو الدوار (المنتج) للمحرك Armature Terminals
- F2, F1 أطراف توصيل ملفات المجال للمحرك Field Terminals
- اضبط وحدة نبضات عرض النبضةPWM، وحدة نبضات تردد النبضةPFM للترانزستور Q2, Q1 ,عند نسبة تشغيل k=0 وتردد تشغيل f =0
- وصل وحدات النبضات للترانزستور Q2, Q1
- وصل المقاومة المتغيرة (R_b =2300 Ω) في الدائرة مع فصل المفتاح S3

٢. وصل جهاز راسم الذبذبات بالتوازي على أطراف المنتج للمحرك (Armature) كما في مخطط التوصيل لرسم موجة الجهد على (Armature).

٣. وصل جهد المصدر المستمر لدائرة مجال المحرك مع ضبط قيمة تيار المجال I_f عند القيمة المقننة له

٤. اضبط وحدات نبضات الترانزستور Q2، عرض النبضةPWMعند نسبة تشغيلk=0.5 وتردد النبضة PFM عند تردد تشغيل f =500 Hz

٥. اضبط وحدة نبضات تردد النبضة PFM للترانزستور Q1 عند تردد التشغيل f =2 kHz

٦. يجب التأكد من ضبط وحدة نبضات عرض النبضة PWM للترانزستور Q1 عند نسبة التشغيل k=0

<u>الجزء الأول: تأثير نسبة التشغيل k على زمن فرملة المحرك T_b</u>

٧. وصل مفتاح التوصيل S2 لتوصيل الدايود D

٨. وصل المفتاح S1 لمصدر الجهد المستمر الثابت DC لأطراف المنتج للمحرك

٩. ابدأ بتغيير وحدة نبضات عرض النبضة PWM للترانزستورQ1 من نسبة التشغيل k=0 بالزيادة ببطء بحيث لا يتعدى تيار البدء للمحرك I_a في المنتج عن القيمة المقننة للمحرك حتى نصل إلى عرض النبضة PWM بنسبة التشغيل k=0.2، لاحظ جهاز راسم الذبذبات الموصل على المنتج (Armature) مع رسم موجة جهد المنتج

١٠. سجل قراءات الجهد V_a ، وسرعة المحرك N عند هذه الحالة في الجدول (١٠- ١) المرفق.

١١. لعمل الفرملة ، لحظياً في نفس التوقيت(على الترتيب التالي)

- افصل المفتاح S1(لفصل مصدر الجهد المستمر الثابت DC لأطراف المنتج للمحرك)،
- وصل المفتاح S3 (ليتم توصيل الترانزستور Q2 ومقاومة الفرملة R_b) معاً
- افصل المفتاح S2 (لفصل الدايود) D
- سجل زمن الفرملة T_b منذ فصل المفتاح (S2) إلى أن يتوقف المحرك تماماً

١٢. اضبط وحدة نبضات عرض **النبضة** PWM للترانزستور Q1 عند نسبة تشغيل k=0

١٣. افصل المفتاح (S3) لفصل الفرملة تماماً

١٤. سجل زمن الفرملة T_b بالجدول (١٠- ١)عند نسبة التشغيل k للترانزستور Q1

١٥. كرر الخطوات من (٧ إلى ١٤) ولكن عند (الخطوة ٩) استمر حتى نسبة التشغيل k التالية بالجدول (١٠- ١) وسجل النتائج بالجدول

١٦. بعد الانتهاء من إجراء هذا الجزء من التجربة وتسجيل النتائج، اضبط وحدة نبضات عرض **النبضة** PWM للترانزستور Q1 عند نسبة تشغيل k=0

جدول (١٠- ١)

نسبة التشغيل k للترانزستور Q1	0.2	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
جهد المنتج V_a (v)								
سرعة المحرك N (r.p.m)								
زمن الفرملة T_b								

الجزء الثاني: تأثير قيمة مقاومة الفرملة R_b على زمن فرملة المحرك T_b

١٧. استخدم قيمة أخرى للمقاومة متغيرة مناسبة R_b (حسب المتاح بالمعمل)، وسجل قيمتها في الجدول (١٠- ٢) مع التأكد من فصل المفتاح (S3)

١٨. وصل مفتاح التوصيل S2 لتوصيل الدايود D

١٩. وصل المفتاح S1 لتوصيل مصدر الجهد المستمر الثابت DC لأطراف المنتج للمحرك

٢٠. ابدأ بتغيير وحدة نبضات عرض النبضة PWM للترانزستور Q1 من نسبة التشغيل k=0 بالزيادة ببطء بحيث لا يتعدى تيار البدء للمحرك I_a في المنتج عن القيمة المقننة للمحرك حتى نصل إلى عرض النبضة PWM بنسبة التشغيل k=0.5، لاحظ جهاز راسم الذبذبات الموصل على المنتج (Armature) مع رسم موجة جهد المنتج

٢١. كرر الخطوات من (١٠ إلى ١٣) في الجزء الأول السابق

٢٢. سجل زمن الفرملة T_b بالجدول (١٠- ٢) عند المقاومة R_b المستخدمة في هذه الحالة

٢٣. أعد الخطوات من (١٧ إلى ٢٢) عند مقاومات مختلفة R_b حسب المتاح بالمعمل وسجل النتائج بالجدول (١٠- ٢)

٢٤. بعد الانتهاء من إجراء هذا الجزء من التجربة وتسجيل النتائج، اضبط وحدة نبضات عرض النبضة PWM للترانزستور Q1 عند نسبة التشغيل k=0

٢٥. ابدأ أولاً بفصل المفتاح S1 لمصدر الجهد المستمر الثابت DC لأطراف المنتج للمحرك

٢٦. افصل جهد المجال للمحرك وكافة التوصيلات بالتجربة

٢٧. اضبط وحدات نبضات (عرض النبضة PWM وتردد النبضة PFM) للترانزستور Q2, Q1 عند نسبة تشغيل k=0 وتردد تشغيل f =0

جدول (١٠- ٢)

مقاومة الفرملة R_b (Ω)								
جهد المنتج V_a (v)								
سرعة المحرك N (r.p.m)								
زمن الفرملة T_b								

لاحظ أن الجدول(١٠- ٢)، أنقيم (جهد المنتج V_a وسرعة المحرك N) ثابتة لا تتغير حيث أن وحدة نبضات عرض النبضة PWM للترانزستور Q1 عند نسبة تشغيل k=0.5

تقييم عمل المتدرب: (تقديم تقرير)

متطلبات التقرير:

١. على المتدرب تسجيل الملاحظات على قراءات أجهزة القياس ورسم الموجات للجهد V_a من راسم الذبذبات
٢. تسجيل جدول بالنتائج لكلٍ من نسبة التشغيل k، تردد التشغيل f، سرعة المحرك، الجهد والتيار على المنتج (Armature) وكتابة الملاحظات والتعليق عليها
٣. رسم المنحنيات بين كلٍ من $(T_b ، k)$ ، $(T_b ، V_a)$ ، $(T_b ، N)$ من الجدول (١٠- ١)
٤. رسم المنحنيات بين كلٍ من $(T_b ، R_b)$ من الجدول (١٠- ٢)
٥. تحليل النتائج العملية التي تم الحصول عليها والتعليق على المنحنيات
٦. الإجابة على أسئلة المدرب
٧. الإجابة على الأسئلة التالية:

أسئلة:

١. ما نوع العلاقة بين نسبة التشغيل k وزمن الفرملة T_b ، طردية أم عكسية ؟
٢. ما نوع العلاقة بين قيم المقاومة R_b وزمن الفرملة T_b ، طردية أم عكسية ؟
٣. هل توجد طرق أخرى للفرملة لهذا النوع من المحركات، اذكر باختصار من التدريب بالمقرر النظري

الوحدة الرابعة

التحكم في سرعة المحركات الحثية ثلاثية الأوجه

الهدف العام للوحدة :

اختيار دوائر حاكمات الجهد المتناوب المناسبة للمحرك لمواءمة التطبيق المطلوب

الأهداف التفصيلية :

١. أن يعرف المتدرب العناصر المستخدمة في دوائر التحكم المختلفة عملياً
٢. ان يتمكن المتدرب من توصيل دوائر حاكمات الجهد المتناوب والعواكس للتحكم فى المحركات الحثية ثلاثية الأوجه بنوعيها
٣. أن يميز المتدرب بين أنواع دوائر التحكم المحركات الحثية ثلاثية الأوجه ومميزات وعيوب كل منها.

أن يتحقق المتدرب عملياً من تأثير زاوية الإشعال للتحكم في سرعة المحركات الحثية ثلاثية الأوجه.

التجربة الحادية عشرة

التحكم في المحركات الحثية ثلاثية الأوجه
ذو قفص سنجابي باستخدام حاكمات الجهد المتردد

الهدف من التجربة :

- معرفة كيفية التحكم عملياً في سرعة المحرك الحثي ثلاثي الأوجه ذو قفص سنجابي باستخدام حاكمات الجهد المتردد ثلاثي الأوجه المحكوم كلياً
- التطبيق العملي لما تم التدريب عليه نظرياً لطريقة التحكم في قيمة الجهد المسلط على العضو الثابت
- رسم ودراسة منحنيات الخواص للمحرك:
  - رسم العلاقة بين زاوية الإشعال α وجهد المحرك V_1
  - رسم العلاقة بين زاوية الإشعال α وسرعة المحرك n
  - رسم العلاقة بين جهد المحرك V_1وسرعة المحرك n
  - رسم العلاقة بين تيار المحرك I_1 وسرعة المحرك n

التجهيزات المستخدمة :

١. عدد (١) مفتاح S توصيل وفصل (Circuit Breaker) ثلاثي الأوجه موصل بمصدر جهد متردد
٢. وحدة مصدر جهد متردد ثلاثي الأوجه مناسب لمجموعة الثايرستور والقيم المقننة للمحرك
٣. عدد (٦) ثايرستور مع دائرة حماية
٤. وحدة إشعال (٦ نبضات) لمجموعة الثايرستور
٥. محرك حثي ثلاثي الأوجه ذو قفص سنجابي

أجهزة القياس :

١. عدد (١) جهاز قياس جهد متردد
٢. عدد (١) جهاز قياس تيار متردد
٣. عدد (١) وحدة قياس سرعة المحرك
٤. عدد (١) جهاز راسم الذبذبات (Oscilloscope)

مخطط التوصيل:

وحدة توليد النبضات

Ground ch1 ch2

جهاز راسم الذبذبات

3-phase AC supply

L1 L2 L3

S

V

A

حاكم تيار متردد ثلاثي الأوجه محكوم كليا

محرك حثي ثلاثي الأوجه ذي قفص سنجابي

3-ph I.M

n

T.M

n

شكل (١١- ١)مخطط التوصيل لدائرة التحكم في سرعة محرك حثي ثلاثي الأوجه ذو قفص سنجابي باستخدام حاكمات الجهد المتردد

خطوات إجراء التجربة:

١. وصل الدائرة كما في مخطط التوصيل
٢. وصل جهاز راسم الذبذبات كما في مخطط التوصيل لرسم موجة الجهد على المحرك.
٣. اضبط وحدة الإشعال للثايرستور عند زاوية إشعال ١٨٠= α درجة
٤. وصل وحدة الإشعال لمجموعة الثايرستور
٥. وصل مفتاح Sلتوصيل مصدر الجهد المتردد AC (قبل التوصيل يجب التأكد من ضبط وحدة الإشعال عند زاوية إشعال ١٨٠= α درجة)
٦. ابدأ بضبط وحدة الإشعال من زاوية ١٨٠= α درجة، ونقوم بتغيير (تقليل) زاوية الإشعال ببطء بحيث لا يتعدى تيار البدء للمحرك I_a في المنتج عن القيمة المقننة له، حتى نصل إلى زاوية ١٥٠=α درجة

٧. لاحظ جهاز راسم الذبذبات الموصل على المحرك، مع رسم شكل موجة الجهد V_1 للمحرك من راسم الذبذبات.
٨. سجل قراءات الجهد V_1 والتيار I_1 للمحرك، وسرعة المحرك n عند هذه الحالة في الجدول (١١- ١) المرفق.
٩. قم بتغيير زاوية الإشعال α عند القيم الموجودة بالجدول (١١- ١) وسجل النتائج بالجدول مع رسم إشارة الجهد V_1 من راسم الذبذبات عند كل حالة
١٠. بعد الانتهاء من إجراء التجربة وتسجيل النتائج، اضبط زاوية الإشعال عند α =١٨٠ درجة
١١. ابدأ أولاً بفصل المفتاح S لمصدر الجهد المتردد AC
١٢. افصل كافة التوصيلات بالتجربة

جدول (١١- ١)

زاوية الإشعال α (درجة)	١٨٠	١٥٠	١٢٠	٩٠	٦٠	٤٥	٣٠	٠
جهد المحرك V_1 (v)								
تيار المحرك I_1 (A)								
سرعة المحرك n (r.p.m)								

تقييم عمل المتدرب: (تقديم تقرير)

متطلبات التقرير:

١. على المتدرب تسجيل الملاحظات على قراءات أجهزة القياس ورسم الموجات من راسم الذبذبات
٢. تسجيل جدول بالنتائج لكلاً من زاوية الإشعال، سرعة المحرك، الجهد والتيار على المحرك وكتابة الملاحظات والتعليق عليها
٣. رسم المنحنيات بين كلاً من (V_1 ,α) ، (n ,α) ، (V_1 ,n) ، (I_1 ,n)
٤. المقارنة بين النتائج العملية وما تم التدريب عليه بالمقرر النظري
٥. الإجابة على أسئلة المدرب

٦. الإجابة على الأسئلة التالية:

<u>أسئلة:</u>

١. ما طرق التحكم المتاحة في دوائر حاكمات التيار المتردد؟
٢. وضح من رسم المنحنيات، تأثير زاوية الإشعال عملياً على سرعة المحرك الثلاثي الأوجه
٣. وضح العلاقة بين زاوية الإشعال α وتيار المحرك مع ذكر السبب
٤. اكتب الملاحظات على النتائج العملية خاصة المنحنيات

التجربة الثانية عشرة

التحكم في سرعة المحركات الحثية باستخدام العواكس

الهدف من التجربة :

- معرفة كيفية التحكم عملياً في سرعة المحرك الحثي ثلاثي الأوجه ذي قفص سنجابي باستخدام العاكس ثلاثي الأوجه
- التطبيق العملي لما تم التدريب عليه نظرياً لطريقة التحكم في تردد الجهد المسلط على العضو الثابت
- رسم ودراسة منحنيات الخواص للمحرك:
  - رسم العلاقة بين زاوية الإشعال α وجهد المحرك V_1
  - رسم العلاقة بين زاوية الإشعال α وسرعة المحرك n
  - رسم العلاقة بين جهد المحرك V_1وسرعة المحرك n
  - رسم العلاقة بين تيار المحرك I_1 وسرعة المحرك n

التجهيزات المستخدمة :

١. عدد (١) مفتاح S توصيل وفصل (Circuit Breaker) ثلاثي الأوجه موصل بمصدر جهد متردد
٢. وحدة مصدر جهد متردد ثلاثي الأوجه مناسب لمجموعة موحد ثلاثي الأوجه غير محكوم
٣. عدد (٦) دايود لدائرة موحد ثلاثي الأوجه غير محكوم لتغذية العاكس
٤. عدد (٦) ترانزستور قدرة IGBT أو MOSFET (حسب التجهيزات المتاحة) مع دائرة حماية لدائرة العاكس
٥. وحدة نبضات(تعديل تردد النبضة PFM) لمجموعة الترانزستور
٦. وحدة نبضات (تعديل عرض النبضة PWM) لمجموعة الترانزستور
٧. عدد (٦) دايود لحماية الترانزستور بدائرة العاكس
٨. ملف تنعيم التيار L لخرج الموحد الثلاثي الأوجه
٩. محرك حثي ثلاثي الأوجه ذو قفص سنجابي

أجهزة القياس:

١. عدد (١) جهاز قياس جهد متردد
٢. عدد (١) جهاز قياس تيار متردد
٣. عدد (١) وحدة قياس سرعة المحرك
٤. عدد (١) جهاز راسم الذبذبات (Oscilloscope)

مخطط التوصيل:

وحدة توليد النبضات
جهاز راسم الذبذبات
Ground
ch1
ch2
L
L1
L2
L3
3-phase AC supply
S
A
V
n
3 phase I.M
T.M
موحد موجة كاملة ثلاثي الأوجه غير محكوم
عاكس ثلاثي الأوجه

شكل (١٢- ١) مخطط التوصيل لدائرة التحكم في سرعة محرك حثي ثلاثي الأوجه ذو قفص سنجابي باستخدام العاكس

خطوات إجراء التجربة:

في هذه التجربة سيتم التحكم في وحدة العاكس المغذي للمحرك بطريقة تعديل تردد النبضة (Pulse Frequency Modulation)PFM

١. وصل الدائرة كما في مخطط التوصيل مع توصيل وحدات النبضات لمجموعة الترانزستور
٢. اضبط وحدة نبضات تردد النبضة PFM لمجموعة ترانزستور العاكس عند تردد تشغيل f=0

٣. اضبط وحدة نبضات عرض النبضة PWM لمجموعة ترانزستور العاكس عند نسبة تشغيل k=0

٤. وصل جهاز راسم الذبذبات بالتوازي على أطراف للمحرك كما في مخطط التوصيل لرسم موجة الجهد على المحرك.

٥. وصل المفتاح S لتوصيل جهد المصدر المتردد AC لدائرة الموحد

٦. ابدأ بتغيير وحدة نبضات عرض النبضة PWM لمجموعة ترانزستور العاكس ببطء إلى أن تصل عند نسبة تشغيل k=0.5

٧. ابدأ بتغيير وحدة نبضات تردد النبضة PFM لمجموعة ترانزستور العاكس من تردد التشغيل f=0 بالزيادة ببطء بحيث لا يتعدى تيار البدء للمحرك I_a في المنتج عن القيمة المقننة للمحرك حتى نصل إلى تردد النبضة بتردد تشغيل f=100Hz، لاحظ جهاز راسم الذبذبات الموصل على المحرك مع رسم شكل موجة الجهد V_1 من راسم الذبذبات.

٨. سجل قراءات الجهد V_1 والتيار I_1 للمحرك، وسرعة المحرك n عند هذه الحالة في الجدول (١٢- ١) المرفق.

٩. قم بتغيير تردد التشغيل fلمجموعة ترانزستور العاكس عند القيم الموجودة بالجدول (١٢- ١)، أو (حسب التجهيزات المتاحة المعمل من نوع الترانزستور، تردد الترانزستور، وحدة نبضات تعديل تردد النبضة) وسجل النتائج بالجدول مع رسم موجة الجهد V_1 للمحرك من راسم الذبذبات عند كل حالة

جدول (١٢- ١)

تردد التشغيل f (Hz)	100	400	800	1000	1500	2000	3000	5000
جهد المحرك V_1 (v)								
تيار المحرك I_1 (A)								
سرعة المحرك n (r.p.m)								

١٠. بعد الانتهاء من إجراء هذا الجزء من التجربة وتسجيل النتائج، اضبط نسبة التشغيل k=0 وتردد التشغيل f=0 لوحدات النبضات لمجموعة ترانزستور العاكس

١١. ابدأ أولاً بفصل المفتاح S لمصدر الجهد المتردد AC

١٢. اضبط وحدات النبضات لمجموعة ترانزستور العاكس عند تردد تشغيل f=0 ونسبة تشغيل k=0

١٣. افصل كافة التوصيلات بالتجربة

<u>تقييم عمل المتدرب: (تقديم تقرير)</u>

متطلبات التقرير:

١. على المتدرب تسجيل الملاحظات على قراءات أجهزة القياس ورسم الموجات من راسم الذبذبات

٢. تسجيل جدول بالنتائج لكلاً من تردد التشغيل f،سرعة المحرك، الجهد والتيار على المحرك وكتابة الملاحظات والتعليق عليها

٣. رسم المنحنيات بين كلاً من $(V_1 ،f)$ ، $(n ،f)$ ، $(V_1 ،n)$ ، $(I_1 ،n)$

٤. المقارنة بين النتائج العملية وما تم التدريب عليه بالمقرر النظري

٥. الإجابة على أسئلة المدرب

٦. الإجابة على الأسئلة التالية:

<u>أسئلة:</u>

١. ما نوع التحكم في هذه التجربة، تحكم في الجهد أم التردد؟

٢. ما الاستفادة العملية من هذه التجربة؟

٣. ما لفرق بين طريقة التحكم باستخدام الحاكمات ثلاثية الأوجه و العواكس في المحركات ثلاثية الأوجه؟

التجربة الثالثة عشرة

التحكم في سرعة المحرك الحثي ثلاثي الأوجه
ذي العضو الملفوف بالتحكم في قدرة الانزلاق

الهدف من التجربة:

- معرفة كيفية التحكم عملياً في سرعة المحرك الحثي ثلاثي الأوجه ذي العضو الملفوف بالتحكم في قدرة الانزلاق مع موحد موجة كاملة ثلاثي الأوجه محكوم كلياً
- التطبيق العملي لما تم التدريب عليه نظرياً
- رسم ودراسة منحنيات الخواص التالية:
  - رسم العلاقة بين زاوية الإشعال α وجهد العضو الدوار للمحرك V_2
  - رسم العلاقة بين زاوية الإشعال α وسرعة المحرك n
  - رسم العلاقة بين جهد العضو الدوار للمحرك V_2 وسرعة المحرك n

مخطط التوصيل:

وحدة توليد النبضات وزوايا الإشعال
Ground
ch1 ch2
محرك حثي ثلاثي الأوجه ذي عضو ملفوف
3-Phase AC Supply
L1
L2
L3
S
3-ph I.M
n
T.M
N
A
V
V
R

شكل (١٣- ١)مخطط التوصيل لدائرة التحكم في سرعة المحرك الحثي ثلاثي الأوجه ذي العضو الملفوف بالتحكم في قدرة الانزلاق

التجهيزات المستخدمة:

١٠. عدد (١) مفتاح S توصيل وفصل (Circuit Breaker) ثلاثي الأوجه موصل بمصدر جهد متردد

١١. وحدة مصدر جهد متردد ثلاثي الأوجه

١٢. عدد (٦) ثايرستور مع دائرة حماية، لدائرة موحد موجة كاملة ثلاثي الأوجه محكوم

١٣. وحدة إشعال (٦ نبضات) لمجموعة الثايرستور

١٤. مقاومة ٢٠٠٠ أوم

١٥. محرك حثي ثلاثي الأوجه ذو قفص سنجابي

أجهزة القياس:

١. عدد (١) جهاز قياس جهد متردد

٢. عدد (١) جهاز قياس جهد مستمر

٣. عدد (١) جهاز قياس تيار مستمر

٤. عدد (١) وحدة قياس سرعة المحرك

٥. عدد (١) جهاز راسم الذبذبات (Oscilloscope)

خطوات إجراء التجربة:

١. وصل الدائرة كما في مخطط التوصيل مع توصيل وحدة الإشعال لمجموعة الثايرستور

٢. اضبط وحدة الإشعال لمجموعة الثايرستور عند زاوية إشعال α=١٨٠ درجة

٣. وصل جهاز راسم الذبذبات بالتوازي على أطراف المقاومة كما في مخطط التوصيل لرسم موجة الجهد على المقاومة.

٤. وصل المفتاح S لمصدر الجهد المتردد AC لدائرة المحرك

٥. ابدأ بتغيير وحدة الإشعال لمجموعة الثايرستور عند زاوية إشعال α =١٥٠ درجة، لاحظ جهاز راسم الذبذبات الموصل على المقاومة مع رسم شكل موجة الجهد V_2 من راسم الذبذبات.

٦. سجل قراءات الجهدV_2للمحرك، وسرعة المحرك n والجهد V_R ، التيار I_R للمقاومة عند

هذه الحالة في الجدول (١٣- ١) المرفق.

٧. قم بتغيير وحدة الإشعال لمجموعة الترانزستور عند زوايا إشعال عند القيم الموجودة بالجدول (١٣- ١) وسجل النتائج للخطوة ٦، مع رسم إشارة الجهد V_2 من راسم الذبذبات عند كل حالة

جدول (١٣- ١)

زاوية إشعال α درجة	١٥٠	١٢٠	٩٠	٦٠	٤٥	٣٠	٠
جهد العضو الدوار للمحرك V_2 (v)							
سرعة المحرك n (r.p.m)							
الجهد V_R							
التيار I_R							

٨. بعد الانتهاء من إجراء هذا الجزء من التجربة وتسجيل النتائج، اضبط زاوية إشعال عند α=١٨٠ درجة

٩. ابدأ أولاً بفصل المفتاح S لمصدر الجهد المتردد AC

١٠. افصل كافة التوصيلات بالتجربة

تقييم عمل المتدرب: (تقديم تقرير)

متطلبات التقرير:

١. على المتدرب تسجيل الملاحظات على قراءات أجهزة القياس ورسم الموجات من راسم الذبذبات

٢. تسجيل جدول بالنتائج لكلاً من زاوية الإشعال α، سرعة المحرك، الجهد على العضو الدوار للمحرك وكتابة الملاحظات والتعليق عليها

٣. رسم المنحنيات بين كلاً من (V_2, α) ، (n, α) ، (V_2, n)

٤. المقارنة بين النتائج العملية وما تم التدريب عليه بالمقرر النظري

٥. الإجابة على أسئلة المدرب

٦. الإجابة على الأسئلة التالية:

أسئلة:

١. وضح العلاقة العملية بين α ، V_2 من النتائج ورسم المنحنيات

٢. وضح العلاقة العملية بين α ، n من النتائج ورسم المنحنيات

٣. احسب القدرة المستهلكة في المقاومة R عند كل زاوية إشعال

٤. اكتب ملاحظاتك على الأسئلة ١ ، ٢ ، ٣.

٥. ما الفائدة من إجراء هذه التجربة عملياً؟

المراجع

اسم المرجع	المؤلف
Electric Motor and Drives: Fundamentals, Types and Applications	Austin Hughes, Heinemann Newnes, 1990
Power Semiconductor Controlled Drives	Gopal K. Dubey Prentice Hall, 1989 ISBN:0-13-686890-8
Power Electronics: Circuits, Devices and applications	M. H. Rashid, Prentice Hall, 1994 ISBN:81-203-0869-7
Power Electronics and Motor Control	W. Shepherd, L. M. Hulley, and D. T. W. Liang, Cambridge, 1995
الكترونيات القدرة	د/محمد مظفر